

## ДИНАМИКА РАДИАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*LARIX DECIDUA* MILL.) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Н.А. Рыбакова✉, Ю.Б. Глазунов

ФГБУН «Институт лесоведения РАН» (ИЛАН РАН), Россия, 143030, Московская обл., Одинцовский г. о., с. Успенское, ул. Советская, д. 21

1986620@gmail.com

Приведены результаты дендрохронологического анализа роста лесных культур лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) в зоне влияния автотранспортного загрязнения территории вблизи Московской кольцевой автомобильной дороги на расстоянии 8 и 18 м от полотна автотрассы и в рекреационном насаждении в третьей стадии деградации. Выявлено влияние этих факторов на рост лиственницы европейской в возрасте от 5 до 65 лет. Установлено, что в насаждениях вблизи МКАД ежегодный радиальный прирост древесины лиственницы европейской составляет в среднем 45 % прироста на контрольном участке, удаленном от автомагистралей и населенных пунктов, в насаждении с рекреационной нагрузкой — 62 %. Различия ежегодного прироста статистически достоверны в течение всего периода наблюдений. Средний многолетний прирост древесины на расстоянии 8 м от МКАД на 34 % ниже, чем на расстоянии 18 м. При увеличении расстояния от полотна автотрассы на 1 м происходит увеличение годичного прироста древесины на 0,2 мм. В лесных культурах лиственницы европейской на участках с антропогенной нагрузкой преобладают приросты ранней древесины: на участках вблизи МКАД — в среднем 68 % годичного прироста, в насаждении с рекреационной нагрузкой — 63 %, на контрольном участке — лишь 49 %.

**Ключевые слова:** лесные культуры, *Larix decidua* Mill., автотранспортное загрязнение, рекреация, дендрохронологический анализ, радиальный прирост древесины

**Ссылка для цитирования:** Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. Динамика радиальных приростов лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) в условиях антропогенной нагрузки // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 4. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-5-13

Искусственные насаждения лиственницы европейской в лесной зоне европейской части России образуют высокопродуктивные древостои, как правило, превосходящие по производительности насаждения аборигенных пород [1]. В условиях антропогенного воздействия культуры лиственницы более устойчивы, чем насаждения сосны и особенно ели [2].

Основными антропогенными факторами, негативно влияющими на зеленые насаждения в условиях урбанизированной среды, являются выбросы в атмосферу выхлопных газов автотранспорта, использование твердых и жидких противогололедных материалов, широко применяемых в зимний период [3–10], а также рекреационное воздействие [11–20].

В некоторых исследованиях показано влияние антропогенных факторов на лиственницу сибирскую (*Larix sibirica* L.), растущую в условиях естественного ареала [21–26]. Недостаточная изученность устойчивости интродуцированной лиственницы европейской определяет необходимость проведения таких исследований, оценки перспективы дальнейшего ее примене-

ния, оптимизации структуры и видового состава городских насаждений.

### Цель работы

Цель работы — оценка негативного влияния загрязнения атмосферы автотранспортом и рекреационного использования урбанизированных территорий на радиальный прирост древесины лиственницы европейской.

### Объекты исследования

Для изучения влияния автотранспортного загрязнения на радиальные приросты древесины лиственницы европейской (*L. decidua*) заложены две пробные площади (ПП-1, ПП-2) на территории, примыкающей к Московской кольцевой автодороге (МКАД), являющейся одной из крупнейших автомагистралей Москвы с загруженностью около 9 тыс. автомобилей в 1 ч. Такие экстремальные условия загрязнения позволяют получить наиболее репрезентативные данные. Исследования проведены с использованием дендрохронологического метода, позволяющего оценить влияние этих факторов за длительный промежуток времени [27, 28].

ПП-1 заложена в однорядных лесных культурах лиственницы европейской на внешней стороне

## Характеристика пробных площадей

## Characteristics of trial plots

Номер пробной площади	Год отбора керна	Площадь, м <sup>2</sup>	Схема* размещения деревьев, м	Ряд лесных культур	Средние показатели древостоя			
					густота, тыс. экз./га	возраст, лет	высота, м	диаметр ствола на высоте 1,3 м, см
1	2020	240	2,5×2,0	1	1,65	54	17,0	36,2
2	2020	225	2,5×1,5	1	0,18	62	18,8	30,3
				2	0,31	–	20,3	26,5
				3	0,84	–	21,9	27,6
3	2021	225	4,0×1,5	–	0,67	55	25,9	27,1
4	2014	660	2,0×2,0	–	0,29	146	45,7	50,5

\*Схема размещения деревьев  $a \times b$ :  $a$  — ширина междурядья,  $b$  — расстояние между деревьями в ряду.

МКАД на расстоянии 18 м от полосы движения транспорта, ПП-2 — в трехрядных культурах на расстоянии 8 м. Почва на пробных площадях дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках.

На ПП-1 средняя высота лиственницы европейской в возрасте 55 лет составляет 17,0 м, диаметр ствола 36,2 см (табл. 1). Густота лесных культур 1,65 тыс. экз./га. Подлесок редкий из бересклета бородавчатого (*Euonymus verrucosa* Scop.) и розы собачьей (*Rosa canina* L.), подрост отсутствует.

На ПП-2 возраст лиственницы европейской 62 года, густота насаждения при удалении рядов лесных культур от автотрассы увеличивается с 0,18 до 0,84 тыс. экз./га. Одновременно отмечено увеличение высоты деревьев с 20,3 до 21,9 м. Редкий подлесок из клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.), розы собачьей (*Rosa canina* L.). Для сравнения роста лиственницы европейской на ПП-2 использованы данные измерения деревьев из первого ряда лесных культур.

Для определения влияния рекреации на рост культур лиственницы европейской в лесном массиве Серебряноборского опытного лесничества ИЛАН РАН заложена ПП-3. Насаждение примыкает к густонаселенному району жилой застройки г. Москвы (Муниципальный округ Крылатское, Западный административный округ) и является рекреационной зоной.

Лесные культуры лиственницы на ПП-3 расположены в естественном насаждении березы повислой (*Betula pendula* Roth) со вторым ярусом клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и ясеня персильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.). Участок лесных культур лиственницы европейской окружен прогулочными тропами с высокой транзитной нагрузкой, образующими замкнутую полигональную сеть. Транзитное движение через

культуры лиственницы европейской отсутствует. Тропы со сбитыми почвами при высоких антропогенных нагрузках становятся очагами развития деградации почвенного покрова в насаждении, что оказывает негативное влияние на рост древостоя и приводит к ослаблению устойчивости насаждения [29]. В березняке, окружающем ПП-3, участки со сбитой почвой, отсутствием напочвенной растительности составляют около 18 %, средняя площадь отдельных участков полигональной структуры — около 70 м<sup>2</sup> (от 20 до 270 м<sup>2</sup>) [30]. По классификации Л.П. Рысина [14], березовое насаждение находится в третьей стадии дигрессии, при которой площадь троп составляет до 20 %, площадь с типичной лесной растительностью — не менее 50–60 %. Стадия дигрессии березняка вблизи ПП-3 служит для оценки влияния рекреационной нагрузки, которую испытывает насаждение лиственницы, окруженное сетью троп.

Культуры лиственницы европейской на ПП-3 созданы рядовой посадкой с расстоянием между рядами 4 м, в ряду — 1,5 м. Возраст лиственницы 55 лет, средняя высота 25,9 м. Подрост клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и ясеня персильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.). Подлесок средней густоты: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), роза собачья (*Rosa canina* L.), бузина кистистая (*Sambucus racemose* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). Почва в насаждении, как на ПП-1 и ПП-2, дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая.

В качестве контроля использована ПП-4, расположенная на большом расстоянии от автодорог и населенных пунктов на одном из участков лесных культур лиственницы европейской, созданных в конце 1850 — начале 1860 гг. под руководством известного лесовода К.Ф. Тюрмера (Московская обл., Можайский район) [1].

Древостои К.Ф. Тюрмера являются уникальным лесокультурным объектом, не имеющим аналогов не только в России, но и в европейских странах. Культуры лиственницы европейской созданы посадкой с расстоянием между рядами 3,0 м, в ряду 1,5 м на пашне двулетними саженцами. В культурах сформировался второй ярус из ели обыкновенной (*Picea abies* L.) естественного происхождения. Возраст лиственницы европейской в момент проведения работ 146 лет. Почва на ПП-4 дерново-подзолистая легкосуглинистая.

## Материалы и методы

На пробных площадях определены морфометрические показатели у 25 деревьев: высота (с использованием электронного высотомера Vertex III), возраст (при отборе кернов возрастным буровом Пресслера на высоте 0,2...0,3 м), диаметр ствола на высоте 1,3 м.

Для анализа радиальных приростов древесины осенью 2020 г. были отобраны дендрохронологические образцы буровом Пресслера. Отбор кернов

проводился с 6–8 деревьев на каждой пробной площади с максимальным и средним диаметром ствола на высоте 1,3 м в направлении четырех сторон света. Изучение роста деревьев, имеющих максимальные в насаждении морфометрические показатели, позволяет лучше оценить степень влияния внешних негативных факторов.

Керны сканировали с разрешением 1200 dpi. Ширину радиальных годовичных приростов ранней и поздней древесины измеряли с точностью до  $\pm 0,05$  мм с использованием программы GetData Graph Digitizer 2.26 [31]. Проведена статистическая обработка материалов с помощью программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 8.0.

## Результаты и обсуждение

При дендрохронологическом анализе проведено сравнение радиального прироста древесины в течение периода роста насаждения для деревьев максимального и среднего диаметра (табл. 2). Для сравнения всех пробных площадей результаты измерений приведены до 65 лет.

Т а б л и ц а 2

### Радиальный прирост годовичных колец лиственницы европейской у деревьев среднего и максимального диаметра, мм

Radial growth of European larch annual rings in trees of average and maximum diameter, mm

Возраст дерева, лет	ПП-1		ПП-2		ПП-3		ПП-4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
3	–	–	6,48 ± 1,82	5,4 ± 1,42	–	–	–	–
4	–	–	5,31 ± 0,79	5,99 ± 1,84	–	–	–	–
5	7,52 ± 0,53	6,45 ± 1,52	5,18 ± 0,93	5,16 ± 1,2	–	–	–	–
6	7,3 ± 0,53	5,36 ± 0,93	5,36 ± 1,95	4,82 ± 1,52	–	–	–	–
7	7,19 ± 2,0	5,12 ± 0,93	5,06 ± 1,18	4,86 ± 1,34	–	–	–	–
8	7,24 ± 2,28	5,32 ± 0,56	5,06 ± 1,27	4,29 ± 0,31	–	–	–	–
9	7,09 ± 1,54	6,35 ± 0,99	4,64 ± 1,24	4,31 ± 1,24	–	–	–	–
10	7,94 ± 1,49	6,13 ± 1,40	3,83 ± 1,22	3,98 ± 1,26	–	–	–	–
11	7,6 ± 1,13	6,25 ± 1,18	4,41 ± 0,94	3,43 ± 1,10	–	9,72 ± 0,13	–	–
12	7,42 ± 1,74	6,33 ± 0,8	4,52 ± 0,92	3,65 ± 1,11	9,25 ± 0,12	8,47 ± 1,75	–	–
13	5,98 ± 1,01	5,54 ± 0,94	3,89 ± 0,88	3,72 ± 1,12	10,02 ± 0,37	8,55 ± 1,09	–	–
14	5,07 ± 0,88	4,52 ± 1,15	3,67 ± 0,71	2,87 ± 0,95	10,260 ± ,89	8,93 ± 1,15	–	–
15	5,05 ± 1,47	4,76 ± 0,85	3,97 ± 0,95	2,52 ± 0,85	12,08 ± 1,25	7,72 ± 1,98	–	–
16	5,49 ± 1,74	4,88 ± 0,57	3,29 ± 0,85	2,38 ± 0,77	10,30 ± 1,56	6,63 ± 2,13	–	–
17	4,47 ± 1,86	4,35 ± 0,84	2,95 ± 0,18	2,37 ± 0,14	9,331 ± ,47	6,56 ± 1,67	–	–
18	4,13 ± 0,91	4,1 ± 1,03	2,69 ± 0,72	2,37 ± 0,56	8,75 ± 1,31	6,22 ± 1,26	–	–
19	3,43 ± 1,44	3,02 ± 0,95	2,59 ± 0,86	2,06 ± 0,68	8,37 ± 1,66	5,14 ± 0,99	–	–
20	3,43 ± 0,8	3,43 ± 0,79	2,54 ± 0,92	1,92 ± 0,73	6,76 ± 2,16	4,85 ± 0,94	9,77 ± 0,8	7,70 ± 0,86
21	3,06 ± 0,74	3,17 ± 0,51	2,57 ± 0,82	1,68 ± 0,52	6,24 ± 1,01	4,64 ± 0,91	9,31 ± 0,8	7,13 ± 0,83
22	2,53 ± 1,14	2,66 ± 0,57	2,43 ± 0,73	1,42 ± 0,44	5,25 ± 1,15	3,80 ± 1,05	7,52 ± 0,8	6,49 ± 0,47
23	2,8 ± 1,1	1,85 ± 0,66	2,72 ± 0,19	1,74 ± 0,14	4,23 ± 1,12	3,20 ± 0,80	7,10 ± 0,44	4,85 ± 0,88
24	2,59 ± 1,58	1,74 ± 0,68	2,23 ± 0,18	1,77 ± 0,16	4,44 ± 0,53	3,10 ± 0,80	7,00 ± 0,14	4,93 ± 45
25	2,72 ± 1,68	1,89 ± 0,67	2,12 ± 0,16	1,62 ± 0,11	4,360 ± ,86	2,94 ± 0,56	7,00 ± 0,37	5,72 ± 0,74
26	2,82 ± 1,23	2,22 ± 0,64	2,25 ± 0,18	1,3 ± 0,09	2,88 ± 1,25	2,21 ± 0,94	7,79 ± 0,36	4,58 ± 1,23
27	2,78 ± 1,31	2,05 ± 0,55	2,14 ± 0,64	1,3 ± 0,35	1,54 ± 0,29	1,95 ± 0,61	6,67 ± 1,25	5,23 ± 0,58
28	2,78 ± 1,18	2,37 ± 0,83	1,76 ± 0,51	1,36 ± 0,45	1,68 ± 0,45	1,45 ± 0,42	5,76 ± 0,30	4,14 ± 0,55

Возраст дерева, лет	ПП-1		ПП-2		ПП-3		ПП-4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
29	2,17 ± 1,46	2,66 ± 0,58	1,55 ± 0,52	1,21 ± 0,36	2,28 ± 0,55	1,56 ± 0,67	4,53 ± 0,8	3,86 ± 0,57
30	2,11 ± 1,0	1,59 ± 0,42	1,63 ± 0,64	1,01 ± 0,30	2,02 ± 0,36	1,37 ± 0,59	4,20 ± 0,24	3,70 ± 0,86
31	1,38 ± 0,39	1,54 ± 0,42	1,64 ± 0,62	0,97 ± 0,29	2,18 ± 0,49	1,25 ± 0,61	3,61 ± 0,90	3,17 ± 0,51
32	1,74 ± 0,42	1,82 ± 0,43	1,77 ± 0,66	1,15 ± 0,33	2,9 ± 2,01	1,54 ± 0,47	3,36 ± 0,67	3,08 ± 0,64
33	1,89 ± 0,61	1,53 ± 0,54	1,37 ± 0,51	1,06 ± 0,42	2,69 ± 0,81	1,40 ± 0,34	3,76 ± 0,80	2,68 ± 0,40
34	1,39 ± 0,66	1,08 ± 0,46	1,24 ± 0,25	1,19 ± 0,58	2,39 ± 0,47	1,43 ± 0,57	3,85 ± 1,07	2,81 ± 0,36
35	1,26 ± 0,69	0,8 ± 0,46	1,23 ± 0,31	0,9 ± 0,32	3,421 ± 0,12	1,61 ± 0,43	3,20 ± 1,36	2,54 ± 0,21
36	1,49 ± 0,56	1,18 ± 0,52	1,46 ± 0,63	0,72 ± 0,21	2,91 ± 0,9	1,49 ± 0,52	3,61 ± 0,36	2,57 ± 0,54
37	1,43 ± 0,59	1,11 ± 0,34	1,21 ± 0,35	0,65 ± 0,21	2,55 ± 0,85	1,68 ± 0,70	4,09 ± 0,73	2,75 ± 0,50
38	1,45 ± 0,82	0,79 ± 0,28	1,24 ± 0,57	0,73 ± 0,25	1,83 ± 0,65	1,14 ± 0,47	4,08 ± 0,47	2,95 ± 0,72
39	1,73 ± 1,01	1,14 ± 0,39	1,22 ± 0,52	0,58 ± 0,20	2,11 ± 0,85	0,98 ± 0,32	2,79 ± 0,35	1,96 ± 0,63
40	1,89 ± 0,67	1,58 ± 0,51	1,12 ± 0,49	0,6 ± 0,24	2,31 ± 0,78	1,21 ± 0,43	2,69 ± 0,35	1,72 ± 0,37
41	1,39 ± 0,49	1,42 ± 0,6	0,87 ± 0,43	0,87 ± 0,40	1,98 ± 0,68	0,86 ± 0,38	2,33 ± 0,36	1,5 ± 0,44
42	1,14 ± 0,61	1,38 ± 0,49	0,8 ± 0,27	0,81 ± 0,30	1,76 ± 0,38	0,85 ± 0,32	2,25 ± 0,21	1,66 ± 0,41
43	1,22 ± 0,63	0,96 ± 0,39	0,9 ± 0,20	0,70 ± 0,19	1,97 ± 0,47	0,89 ± 0,19	2,13 ± 0,40	1,94 ± 0,38
44	1,37 ± 0,85	0,94 ± 0,37	0,84 ± 0,27	0,7 ± 0,22	2,08 ± 0,94	0,86 ± 0,29	2,55 ± 0,36	2,07 ± 0,61
45	1,45 ± 0,62	1,18 ± 0,38	0,69 ± 0,29	0,62 ± 0,27	1,570 ± 0,76	0,680 ± 0,17	2,27 ± 0,48	1,85 ± 0,51
46	1,3 ± 0,56	1,14 ± 0,32	0,70 ± 0,36	0,44 ± 0,16	1,970 ± 0,61	0,86 ± 0,37	2,79 ± 0,41	2,09 ± 0,27
47	1,36 ± 0,56	0,99 ± 0,29	0,64 ± 0,22	0,35 ± 0,21	2,190 ± 0,87	0,78 ± 0,28	2,35 ± 0,70	1,77 ± 0,71
48	1,61 ± 0,7	1,19 ± 0,44	0,67 ± 0,26	0,54 ± 0,24	1,930 ± 0,67	0,84 ± 0,15	3,43 ± 0,60	1,71 ± 0,28
49	1,97 ± 0,75	1,37 ± 0,54	0,81 ± 0,39	0,55 ± 0,23	1,90 ± 0,71	0,67 ± 0,11	2,93 ± 0,51	1,81 ± 0,75
50	1,58 ± 0,85	1,11 ± 0,39	0,98 ± 0,33	0,59 ± 0,17	1,11 ± 0,32	0,56 ± 0,18	2,50 ± 0,64	1,21 ± 0,36
51	1,82 ± 0,77	1,29 ± 0,78	0,83 ± 0,37	0,79 ± 0,30	1,54 ± 0,57	0,69 ± 0,15	2,41 ± 0,73	1,42 ± 0,27
52	1,32 ± 0,71	0,82 ± 0,28	0,67 ± 0,32	0,84 ± 0,32	0,81 ± 0,32	0,45 ± 0,10	2,41 ± 0,83	1,88 ± 0,69
53	1,19 ± 0,53	0,8 ± 0,39	0,68 ± 0,25	0,8 ± 0,31	—	—	2,43 ± 0,33	1,50 ± 0,26
54	1,14 ± 0,83	0,77 ± 0,39	0,53 ± 0,31	0,55 ± 0,18	—	—	2,76 ± 0,65	1,35 ± 0,55
55	1,48 ± 0,74	0,89 ± 0,44	0,55 ± 0,32	0,51 ± 0,14	—	—	3,40 ± 0,67	1,90 ± 0,43
56	—	—	0,50 ± 0,23	0,48 ± 0,21	—	—	3,87 ± 0,70	1,72 ± 0,52
57	—	—	0,60 ± 0,26	0,51 ± 0,20	—	—	3,80 ± 0,67	1,65 ± 0,72
58	—	—	0,75 ± 0,28	0,49 ± 0,15	—	—	2,88 ± 0,92	1,76 ± 0,43
59	—	—	0,57 ± 0,23	0,43 ± 0,13	—	—	2,20 ± 0,65	1,45 ± 0,32
60	—	—	0,60 ± 0,27	0,41 ± 0,21	—	—	2,25 ± 0,26	1,26 ± 0,17
61	—	—	0,71 ± 0,42	0,39 ± 0,20	—	—	2,45 ± 0,27	1,41 ± 0,31
62	—	—	0,88 ± 0,31	0,51 ± 0,20	—	—	2,38 ± 0,15	1,18 ± 0,23
63	—	—	0,44 ± 0,15	0,49 ± 0,20	—	—	2,15 ± 0,67	1,53 ± 0,49
64	—	—	0,44 ± 0,12	0,55 ± 0,24	—	—	1,81 ± 0,39	1,35 ± 0,28

Примечание. 1 — стволы максимального диаметра; 2 — стволы среднего диаметра.

Статистический анализ показал, что различия между ежегодными приростами древесины у стволов максимального и среднего диаметра статистически достоверны в течение всего периода наблюдений ( $t$ -критерий Стьюдента  $t_{\text{факт.}}$  от 6,9 до 12,0 при  $t_{0,05} = 2,01$ ).

Для сравнения пробных площадей рассчитан средний прирост древесины лиственницы по пятилетним возрастным периодам (табл. 3, рис. 1).

В лесных культурах лиственницы европейской, расположенных вблизи МКАД, наименьшая величина прироста древесины в период от 5 до 55 лет наблюдается на ПП-2, расположенной в 8 м

от трассы, составляя у деревьев с максимальным диаметром ствола — 2,09 мм, со средним диаметром ствола — 1,64 мм. На ПП-1, расположенной в 18 м годичный прирост соответственно 3,04 и 2,52 мм. В среднем радиальный прирост древесины на ПП-2 составляет 65–69 % прироста на ПП-1. Различия статистически достоверны по  $t$ -критерию Стьюдента в течение всего периода роста ( $t_{\text{факт.}}$  от 3,99 до 4,53 при  $t_{0,05} = 2,07$ ) и определяются расстоянием от автомагистрали до лесных культур. При увеличении расстояния от МКАД на 1 м происходит увеличение годичного прироста древесины на 0,2 мм.

На ПП-2 в лесных культурах лиственницы европейской, созданных в три ряда, отмечается различие прироста древесины в зависимости от удаленности рядов от автомагистрали. В первом ряду культур средний многолетний прирост составляет 1,68 мм, во втором — уменьшается до 1,36 мм, в третьем ряду, находящемся на расстоянии 15 м от трассы — увеличивается до 1,81 мм. Различия прироста по рядам согласуются с величиной диаметра ствола на высоте 1,3 м (см. табл. 1). Различия в приросте нельзя отнести только к снижению автотранспортного загрязнения по мере удаления от трассы, но и к снижению освещенности в направлении от опушки в глубь посадок. Ранее нами было установлено, что негативное воздействие МКАД на лесные культуры лиственницы европейской в возрасте от 4 до 28 лет проявляется на расстоянии до 40 м от трассы [32].

Сравнение ширины годичных колец лиственницы европейской на участках вблизи МКАД (ПП-1 и ПП-2) и на контрольном (ПП-4) показывает, что в возрасте от 21 года до 55 лет прирост составляет на ПП-1 лишь 43 % величины прироста на контрольном участке, на ПП-2, более удаленной от источника загрязнения — 47 %.

Величина радиального прироста на всех пробных площадях плавно снижается до возраста около 20...30 лет. Наибольший прирост за весь период наблюдался на контрольном участке (рис. 2, 3).

Сравнение годичного прироста на ПП-1 и ПП-2 с контрольным участком показали, что прирост статистически достоверно различается в течение всего периода наблюдений по  $t$ -критерию Стьюдента (у деревьев с максимальным диаметром ствола  $t_{\text{факт.}} = 7,4...9,5$  при  $t_{0,05} = 2,01$ , со средним —  $t_{\text{факт.}} = 9,1...14,4$ ,  $t_{0,05} = 2,01$ ).

На ПП-3 в рекреационном насаждении в третьей стадии дигрессии средний многолетний прирост лиственницы европейской в возрасте от 20 до 52 лет составляет у деревьев с максимальным диаметром ствола 62 % прироста на контрольном участке, среднего — 51 %. Различия в приросте статистически достоверны ( $t_{\text{факт.}} = 11,8$  при  $t_{0,05} = 2,03$ ).

Прирост на ПП-3 превышает прирост на пробных площадях вблизи МКАД (см. табл. 1, 3). В возрасте от 12 до 52 лет превышение составляет 20...55 %. Сравнение прироста показало, что различия на ПП-1, ПП-2 и ПП-3 у деревьев с максимальным и средним диаметром ствола достоверны.

В годичном кольце *Larix decidua* хорошо выражены различия между ранней и поздней древесиной. На ПП-1 и ПП-2 ранняя древесина занимает 67–69 % годичного прироста и не зависит от удаленности ПП от полотна автотрассы. В насаждении с рекреационной нагрузкой (ПП-3)

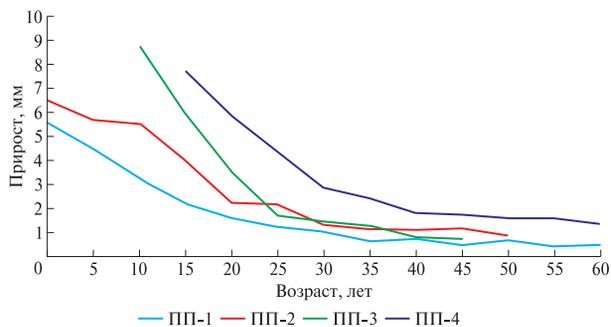


Рис. 1. Средний годичный прирост древесины у деревьев лиственницы европейской при максимальном диаметре ствола в пятилетние возрастные периоды

Fig. 1. Average annual wood growth in European larch trees at maximum trunk diameter at five-year ages

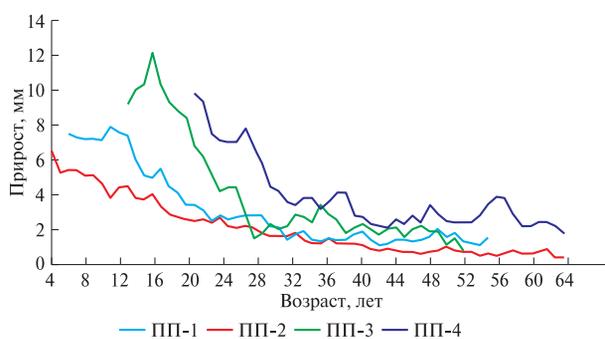


Рис. 2. Радиальный прирост лиственницы европейской у деревьев с максимальным диаметром ствола

Fig. 2. Радиальный прирост ствола Radial growth of European larch in trees with maximum trunk diameter

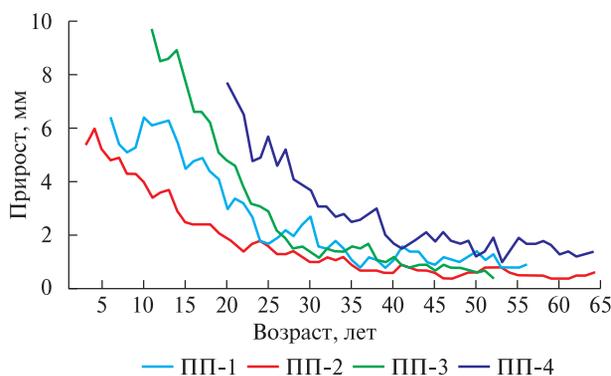


Рис. 3. Радиальный прирост лиственницы европейской у деревьев со средним диаметром ствола

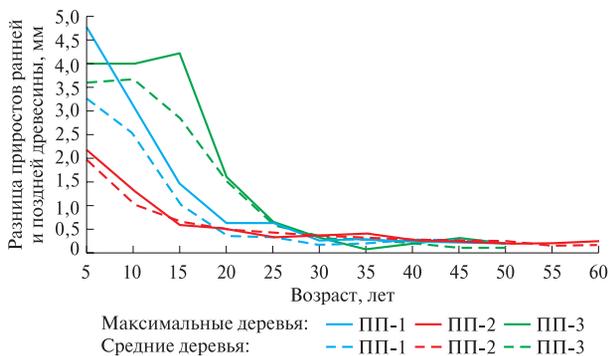
Fig. 3. Radial growth of European larch in trees with average trunk diameter

в годичном приросте ранней древесины несколько меньше — в среднем 63 %.

Соотношение годичного прироста ранней и поздней древесины изменяется в течение жизни насаждения. На ПП-1 прирост ранней древесины лиственницы до 20-летнего возраста в среднем составляет 73 % годового прироста, постепенно снижаясь в возрасте до 55 лет до 59 %, на ПП-2 — соответственно с 69 % до 64 %, на ПП-3 — с 68 % до 58 % (рис. 4).

**Средний годичный прирост древесины лиственницы европейской с максимальным и средним диаметром ствола в пятилетние возрастные периоды**  
**Average annual growth of European larch with the maximum and average diameter of the trunk in five-year age periods**

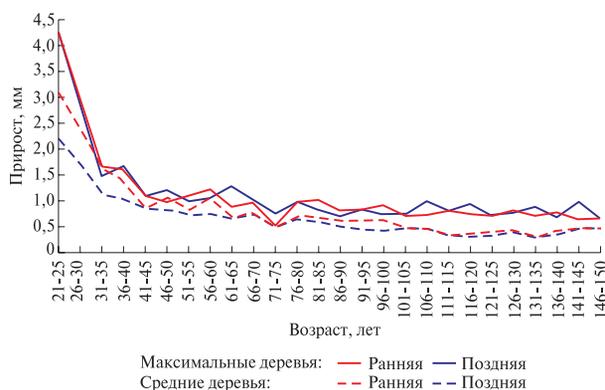
Период роста, лет	Средний годичный радиальный прирост древесины, мм							
	Стволы максимального диаметра				Стволы среднего диаметра			
	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4
До 5	5,66	7,52	–	–	5,52	6,45	–	–
6–10	4,79	7,35	–	–	4,45	5,66	–	–
11–15	4,09	6,22	10,15	–	3,24	5,48	8,68	–
16–20	2,81	4,19	8,70	9,77	2,22	3,96	5,88	7,70
21–25	2,41	2,74	4,90	7,59	1,65	2,26	3,53	5,83
26–30	1,87	2,53	2,48	5,79	1,24	2,17	1,71	4,30
31–35	1,45	1,53	2,53	3,56	1,05	1,35	1,44	2,85
36–40	1,25	1,60	2,34	3,45	0,66	1,16	1,30	2,39
41–45	0,82	1,31	1,87	2,31	0,74	1,13	0,83	1,80
46–50	0,76	1,57	1,82	2,80	0,49	1,16	0,74	1,72
51–55	0,65	1,39	–	2,68	0,70	0,91	–	1,61
56–60	0,61	–	–	3,00	0,46	–	–	1,57
61–65	0,66	–	–	2,16	0,50	–	–	1,35



**Рис. 4.** Разница прироста ранней и поздней древесины у деревьев с максимальным и средним диаметрами стволов, мм  
**Fig. 4.** Difference in early and late growth in trees with maximum and average trunk diameter, mm

На ПП-4, в насаждении без антропогенной нагрузки, ширина слоя ранней и поздней древесины близка (рис. 5). Ширина слоя ранней древесины за весь период наблюдений у деревьев с максимальным диаметром ствола составила 49 % средней ширины годичного кольца, у деревьев со средним диаметром — 56 %.

Исследования роста лесных культур лиственницы европейской в возрасте от 4 до 28 лет вблизи МКАД показали, что ширина прироста ранней древесины наиболее тесно связана с количеством осадков в мае, июне и июле (коэффициент корреляции  $r = 0,33$ ), ширина прироста поздней древесины — с количеством тепла в августе и сентябре ( $r = -0,44$ ) [32].



**Рис. 5.** Динамика прироста ранней и поздней древесины на ПП-4, мм  
**Fig. 5.** Dynamics of early and late wood growth at TP-4, mm

**Выводы**

1. Ежегодный радиальный прирост древесины лиственницы европейской (*Larix decidua*) на всех участках с антропогенной нагрузкой и на контрольном плавню снижается до возраста около 20...30 лет, затем колебание прироста незначительно.

2. В возрасте от 20 до 55 лет прирост вблизи МКАД составляет 43...47 % прироста на контрольном участке.

3. Радиальный прирост древесины на расстоянии 8 м от полотна автотрассы на 34 % ниже, чем на расстоянии 18 м от нее. При увеличении расстояния на 1 м происходит рост годичного прироста на 0,2 мм.

4. Радиальный прирост древесины в насаждении с рекреационной нагрузкой в возрасте от 20 до 52 лет составляет 62 % прироста на контрольном участке у деревьев с максимальным диаметром ствола и 51 % у деревьев с максимальным и средним диаметрами стволов.

5. В лесных культурах преобладает прирост ранней древесины. На участках вблизи МКАД ранняя древесина составляет в среднем 68 % годовичного прироста, в насаждении с рекреационной нагрузкой — 63 %. В насаждении без антропогенной нагрузки (контрольный) прирост ранней древесины составляет лишь 49 % годовичного прироста.

## Список литературы

- [1] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазунов Ю.Б., Кузнецова С.Л. Лесоводственный опыт выращивания культур лиственницы в центре русской равнины // Лесохозяйственная информация, 2019, № 4. С. 55–66.
- [2] Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. Лиственница европейская в центре Русской равнины // Лесное хозяйство, 2011. № 5. С. 26–29.
- [3] Влияние загрязнителей воздуха на растительность / Под ред. Х.Г. Десслера. М.: Лесная пром-сть, 1981. 184 с.
- [4] Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1997. 125 с.
- [5] Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. М.: МГУЛ, 1998. 191 с.
- [6] Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. 370 с.
- [7] Устойчивость растений к химическому загрязнению / сост. Р.В. Кайгородов. Пермь: Изд-во ПГУ, 2010. 151 с.
- [8] Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Ursachen-Wirkung-Gegenmassnahmen. Jena: Fischer, 1991, 266 p.
- [9] Yang J., McBride J., Zhou J., Sun Z. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction // Urban Forestry & Urban Greening, 2004, v. 3, iss. 2, pp. 65–78.
- [10] Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States // Environ Pollut., 2014, v. 193, pp. 119–129.
- [11] Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты. М.: Изд-во РАН, 2004. 287 с.
- [12] Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. М.: Лесная пром-сть, 1977. 96 с.
- [13] Пронин М.И. Влияние рекреации на насаждения. М.: [б. и.], 1979. 186 с.
- [14] Рысин Л.П., Абатуров А.В., Меланхолин П.Н., Полякова Г.А., Рысин С.Л. Динамика и устойчивость рекреационных лесов. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. 165 с.
- [15] Cole D.N. Recreational Trampling Effects on Six Habitat Types in Western Montana // USDA Forest Service Research Paper INT-350, Intermountain Research Station, Ogden, Utah, 1985. 43 p.
- [16] Hamberg L. The effects of habitat edges and trampling intensity on vegetation in urban forests // Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, 2009, 32 p.
- [17] Kutiel P., Zhevelev Y. Recreational use impact on soil and vegetation at picnic sites in Aleppo pine forests on Mount Carmel, Israel // Israel J. of Plant Sciences, 2001, v. 49, pp. 49–56.
- [18] Mariella M., Norman D. Recreationist behaviour in forests and the disturbance of wildlife // Biodiversity and Conservation, 2012(6), v. 21, pp. 2967–2986.
- [19] Авдеева Е.В. Анализ роста древесных растений в условиях городской среды: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Красноярск: Изд-во КГТА, 1994. 19 с.
- [20] Кузнецов В.А. Почвы и растительность парково-рекреационных ландшафтов Москвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13. М.: Изд-во МГУ, 2015. 170 с.
- [21] Абраменко О.В. Использование лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) как биоиндикатора состояния городских насаждений в условиях лесостепной зоны Хакасско-Минусинской котловины // Вестник КрасГАУ, 2015. № 1. С. 184–188.
- [22] Автухович И.Е. Влияние антропогенных нагрузок на состояние лиственницы и каштана в условиях города // Изучение влияния тяжелых металлов на рост деревьев в условиях г. Москвы: науч. тр. МГУЛ, 2002. Вып. 303. С. 106–111.
- [23] Афанасьева Л.В. Физиолого-биохимическая адаптация лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) к условиям городской среды // Сибирский лесной журнал, 2018. № 3. С. 21–29.
- [24] Кузмичев В.В., Авдеева Е.В. Реакция лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) на техногенные воздействия городской среды // Хвойные бореальной зоны, 2007. Вып. XXIV. № 1. С. 36–42.
- [25] Муратова Е.Н., Карпюк Т.В., Владимиров О.С., Сизых О.А., Квитко О.В. Цитологическое изучение лиственницы сибирской в антропогенно нарушенных районах г. Красноярска и его окрестностей // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2009. № 9. С. 99–108.
- [26] Романова Л.И. Структурно-функциональные особенности лиственницы сибирской в зеленых насаждениях г. Красноярска и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Ботаника. Красноярск, Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2005. 24 с.
- [27] Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Ленинград: Наука, 1979. 232 с.
- [28] Румянцев Д.Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. М.: МГУЛ, 2010. 109 с.
- [29] Лысиков А.Б., Судницына Т.Н. Влияние рекреации на почву лиственных насаждений Серебряноборского опытного лесничества // Лесоведение, 2008. № 3. С. 47–56.
- [30] Лысиков А.Б. Влияние рекреации на состояние почв в городских лиственных лесах // Лесоведение, 2011. № 4. С. 11–20.
- [31] Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. Влияние автотранспортного загрязнения на рост лесных культур лиственницы европейской // Лесотехнический журнал, 2020. Т. 10. № 2(38). С. 70–80.
- [32] Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. Рост культур лиственницы европейской в зоне влияния Московской кольцевой автодороги (МКАД) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 5. С. 54–61.  
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-54-61

## Сведения об авторах

**Рыбакова Наталья Алексеевна**  — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН «Институт лесоведения РАН» (ИЛАН РАН), 1986620@gmail.com

**Глазунов Юрий Борисович** — канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. ФГБУН «Институт лесоведения РАН» (ИЛАН РАН), yu.b.glazunov@mail.ru

Поступила в редакцию 09.12.2022.

Одобрено после рецензирования 24.03.2023.

Принята к публикации 25.05.2023.

## LARIX DECIDUA RADIAL INCREMENTS DYNAMICS UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT

**N.A. Rybakova** , **Yu.B. Glazunov**

Institute of Forest Science RAS, 21, Sovetskaya st., village Uspenskoe, Odintsovo district, 143030, Moscow reg., Russia  
1986620@gmail.com

The results of a dendrochronological analysis of the European larch (*Larix decidua* Mill.) forest plantations growth in the zone of influence of motor transport pollution in the territory near the Moscow Ring Road at a distance of 8 and 18 m from the roadbed and in a recreational plantation in the third stage of digression are presented. The influence of these factors at the age of European larch from 5 to 65 years was revealed. It has been established that in plantations near the Moscow Ring Road, the annual radial growth of European larch wood is on average 45 %, in a plantation with a recreational load it makes up 62 % of the increase in the control plot, remote from highways and settlements. Differences in annual increments are statistically significant throughout the entire observation period. The average long-term growth of wood at a distance of 8 m from the Moscow Ring Road is 34 % lower than at a distance of 18 m. With an increase in the distance from the roadbed by 1 m, the annual growth of wood increases by 0,2 mm. In forest plantations of European larch, growths of early wood predominate: in areas near the Moscow Ring Road — an average of 68 % of the annual growth, in a plantation with a recreational load — 63 %, in the control plot — only 49 %.

**Keywords:** forest crops, *Larix decidua* Mill., motor pollution, dendrochronological analysis, radial wood increments

**Suggested citation:** Rybakova N.A., Glazunov Yu.B. *Dinamika radial'nykh prirostov listvennitsy evropeyskoy (Larix decidua Mill.) v usloviyakh antropogennoy nagruzki* [*Larix decidua* radial increments dynamics under anthropogenic impact]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 5–13.  
DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-5-13

## References

- [1] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G., Glazunov Yu.B., Kuznetsova S.L. *Lesovodstvennyy opyt vyrashchivaniya kul'tur listvennitsy v tsentre russkoy ravniny* [Forestry experience in growing larch crops in the center of the Russian plain]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2019, no. 4, pp. 55–66.
- [2] Rubtsov M.V., Glazunov Yu.B., Nikolaev D.K. *Listvennitsa evropeyskaya v tsentre Russkoy ravniny* [European larch in the center of the Russian Plain]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2011, no. 5, pp. 26–29.
- [3] *Vliyanie zagryazniteley vozdukh na rastitel'nost'* [Influence of air pollutants on vegetation]. Ed. H.G. Dessler. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1981, 184 p.
- [4] Kulagin Yu.Z. *Drevesnye rasteniya i promyshlennaya sreda* [Woody plants and the industrial environment]. Moscow: Nauka, 1997, 125 p.
- [5] Nikolaevskiy V.S. *Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredy i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodami fitoindikatsii* [Ecological assessment of environmental pollution and the state of terrestrial ecosystems using phytoindication methods]. Moscow: MSFU, 1998, 191 p.
- [6] Pavlov I.N. *Drevesnye rasteniya v usloviyakh tekhnogennogo zagryazneniya* [Woody plants in conditions of technogenic pollution]. Ulan-Ude: BNTs SO RAN, 2005, 370 p.
- [7] *Ustoychivost' rasteniy k khimicheskomu zagryazneniyu* [Plant resistance to chemical pollution]. Comp. R.V. Kaigorodov. Perm': Perm State Technical University, 2010, 151 p.
- [8] Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Ursachen-Wirkung-Gegenmassnahmen. Jena: Fischer, 1991, 266 p.
- [9] Yang J., McBride J., Zhou J., Sun Z. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2004, v. 3, iss. 2, pp. 65–78.
- [10] Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environ Pollut.*, 2014, v. 193, pp. 119–129.
- [11] *Vliyanie rekreatsii na lesnye ekosistemy i ikh komponenty* [Influence of recreation on forest ecosystems and their components]. Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 2004, 287 p.

- [12] Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. *Rekreacionnye lesa* [Recreational forests]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Timber industry], 1977, 96 p.
- [13] Pronin M.I. *Vliyanie rekreatsii na nasazhdeniya* [Influence of recreation on plantings]. Moscow, 1979, 186 p.
- [14] Rysin L.P., Abaturov A.V., Melankholin P.N., Polyakova G.A., Rysin S.L. *Dinamika i ustoychivost' rekreacionnykh lesov* [Dynamics and sustainability of recreational forests]. Moscow: T-vo scientific editions of KMK, 2006, 165 p.
- [15] Cole D.N. Recreational Trampling Effects on Six Habitat Types in Western Montana. USDA Forest Service Research Paper INT-350, Intermountain Research Station, Ogden, Utah, 1985. 43 p.
- [16] Hamberg L. The effects of habitat edges and trampling intensity on vegetation in urban forests. Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, 2009, 32 p.
- [17] Kutiel P., Zhevelev Y. Recreational use impact on soil and vegetation at picnic sites in Aleppo pine forests on Mount Carmel, Israel. *Israel J. of Plant Sciences*, 2001, v. 49, pp. 49-56.
- [18] Mariella M., Norman D. Recreationist behaviour in forests and the disturbance of wildlife. *Biodiversity and Conservation*, 2012(6), v. 21, pp. 2967–2986.
- [19] Avdeeva E.V. *Analiz rosta drevesnykh rasteniy v usloviyakh gorodskoy sredy* [Analysis of the growth of woody plants in an urban environment]. Dis. Cand. Sci. (Agric.) 06.03.01. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Technical Academy, 1994, 19 p.
- [20] Kuznetsov V.A. *Pochvy i rastitel'nost' parkovo-rekreacionnykh landshaftov Moskvy* [Soils and vegetation of park and recreational landscapes of Moscow]. Dis. Cand. Sci. (Biol.) 03.02.13. Moscow: MGU, 2015, 170 p.
- [21] Abramenko O.V. *Ispol'zovanie listvennitsy sibirskoy (Larix sibirica Ledeb.) kak bioindikatora sostoyaniya gorodskikh nasazhdeniy v usloviyakh lesostepnoy zony Khakassko-Minusinskoj kotloviny* [The use of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) as a bioindicator of the state of urban plantations in the forest-steppe zone of the Khakass-Minusinsk depression]. *Vestnik KrasGAU*, 2015, no. 1, pp. 184–188.
- [22] Avtukhovich I.E. *Vliyanie antropogennykh nagruzok na sostoyanie listvennitsy i kashtana v usloviyakh goroda* [Influence of anthropogenic loads on the condition of larch and chestnut in the conditions of the city]. *Izuchenie vliyaniya tyazhelykh metallov na rost derev'ev v usloviyakh g. Moskvy: nauchnye trudy MGUL* [Study of the influence of heavy metals on the growth of trees in the conditions of Moscow: scientific works of the Moscow State Forest University], 2002, iss. 303, pp. 106–111.
- [23] Afanas'eva L.V. *Fiziologo-biokhimicheskaya adaptatsiya listvennitsy sibirskoy (Larix sibirica Ledeb.) k usloviyam gorodskoy sredy* [Physiological and biochemical adaptation of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) to the conditions of the urban environment]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal], 2018, no. 3, pp. 21–29.
- [24] Kuzmichev V.V., Avdeeva E.V. *Reaksiya listvennitsy sibirskoy (Larix sibirica Ledeb.) na tekhnogennyye vozdeystviya gorodskoy sredy* [The reaction of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) to the technogenic impacts of the urban environment]. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Coniferous boreal zone], 2007, iss. XXIV, no. 1, pp. 36–42.
- [25] Muratova E.N., Karpyuk T.V., Vladimirova O.S., Sizykh O.A., Kvitko O.V. *Tsitologicheskoe izuchenie listvennitsy sibirskoy v antropogенно нарушенных районах г. Красноярска и его окрестностей* [Cytological study of Siberian larch in anthropogenically disturbed areas of Krasnoyarsk and its environs]. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya* [Bulletin of Ecology, Forest Science and Landscape Science], 2009, no. 9, pp. 99–108.
- [26] Romanova L.I. *Strukturno-funktsional'nye osobennosti listvennitsy sibirskoy v zelenykh nasazhdeniyakh g. Krasnoyarska i ego okrestnostey* [Structural and functional features of Siberian larch in green spaces of Krasnoyarsk and its environs] 03.00.05. «Botany». Dis. Cand. Sci. (Biol.). Krasnoyarsk: Forest Institute named after V.N. Sukachev SO RAN, 2005, 24 p.
- [27] Lovelius N.V. *Izmenchivost' prirosta derev'ev. Dendroindikatsiya prirodnykh protsessov i antropogennykh vozdeystviy* [Variation in tree growth. Dendroindication of natural processes and anthropogenic impacts]. Leningrad: Science. Leningrad branch, 1979, 232 p.
- [28] Rummyantsev D.E. *Istoriya i metodologiya lesovodstvennoy dendrokronologii* [History and methodology of silvicultural dendrochronology]. Moscow: MSFU, 2010, 109 p.
- [29] Lysikov A.B., Sudnitsyna T.N. *Vliyanie rekreatsii na pochvu listvennykh nasazhdeniy Serebryanoborskogo opytnogo lesnichestva* [Influence of recreation on the soil of deciduous plantations of the Serebryanobor experimental forestry]. *Lesovedenie*, 2008, no. 3, pp. 47–56.
- [30] Lysikov A.B. *Vliyanie rekreatsii na sostoyanie pochv v gorodskikh listvennykh lesakh* [Influence of recreation on the state of soils in urban deciduous forests]. *Lesovedenie*, 2011, no. 4, pp. 11–20.
- [31] Rybakova N.A., Glazunov Yu.B. *Vliyanie avtotransportnogo zagryazneniya na rost lesnykh kul'tur listvennitsy evropeyskoy* [Influence of road pollution on the growth of European larch forest crops]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2020, v. 10, no. 2(38), pp. 70–80.
- [32] Rybakova N.A., Glazunov Yu.B. *Rost kul'tur listvennitsy evropeyskoy v zone vliyaniya Moskovskoy kol'tsevoy avtodorogi (MKAD)* [Growth of larch decidua forest culture in influenced by Moscow ring road]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 5, pp. 54–61. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-54-61

## Authors' information

**Rybakova Natalia Alekseevna**✉ — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Institute of Forestry Russian Academy of Sciences, 1986620@gmail.com

**Glazunov Yuri Borisovich** — Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Institute of Forestry Russian Academy of Sciences, yu.b.glazunov@mail.ru

Received 09.12.2022.

Approved after review 24.03.2023.

Accepted for publication 25.05.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
 The authors declare that there is no conflict of interest