

УДК 630.182.21

ФОРМИРОВАНИЕ СОСНЯКОВ СЛОЖНЫХ В СЕРЕБРЯНОБОРСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

© 2024 г. Ю. Б. Глазунов^{а, *}, С. А. Коротков^{а, б}, Д. В. Лежнев^а, А. В. Титовец^а^аИнститут лесоведения РАН, ул. Советская, д. 21, п/о Успенское, Московская обл., 143030 Россия^бМосковский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), ул. 1-я Институтская, д. 1, Мытищи, Московская обл., 141005 Россия

*E-mail: yu.b.glazunov@mail.ru

Поступила в редакцию 08.04.2024 г.

После доработки 20.05.2024 г.

Принята к публикации 29.08.2024 г.

Рассмотрена динамика и развитие сосняков сложных Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН на различных стадиях сукцессии. Происхождение и перспективы данной группы типов леса остаются дискуссионными. Объектами исследования были старовозрастные сосновые насаждения и естественное возобновление после сплошных санитарных рубок. Установлено, что большинство сосняков имеет естественное происхождение. В возрасте более 150 лет сосновые насаждения сохраняют положительную динамику прироста по запасу. В среднем текущий прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) за 20 лет составил 1.7 м³/га в год, а средний прирост – 1.8 м³/га в год. На всех объектах исследования наилучший рост под пологом сосняков отмечается у липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), которая везде присутствует во втором ярусе и местами выходит в первый ярус. В живом напочвенном покрове преобладают растения неморальной группы. Во всех ярусах фитоценозов происходит процесс неморализации. В случае катастрофических нарушений на вырубках наблюдается значительное количество естественного возобновления древесно-кустарниковых пород. При этом сосна обыкновенная преобладает по количеству, но существенно уступает лиственным породам по скорости роста в высоту. Несмотря на участие луговых видов, травянистый покров сохраняет лесной облик с высокой долей видов неморальной группы. Сосна обыкновенная способна успешно возобновляться после катастрофических нарушений, однако формирование сосняков возможно при условии своевременных лесоводственных уходов.

Ключевые слова: сосняки сложные, сосна обыкновенная, формирование, динамика, сукцессия, возобновление, древостой, неморализация, живой напочвенный покров, эколого-ценотические группы.

DOI: 10.31857/S0024114824060018, EDN: NVUGNN

Сосняки сложные (*Pineta composita*) распространены главным образом в зоне хвойно-широколиственных лесов и лесостепи. Из этого следует, что границы их ареала в первую очередь определяют климатические факторы, а уже на фоне последних действуют факторы эдафические (Сукачев, 1972; Рысин, Савельева, 2008; Полякова, Меланхолин, 2019; Полякова и др., 2019; Маслов, 2022; Лежнев, Лебедев, 2023).

Экологический ареал сосны широк – она произрастает на почвах разного механического состава и режима увлажнения. Отличительной чертой сосняков сложных является наличие отдельного яруса или значительная примесь к сосне обыкновенной широколиственных пород: липы сердцевидной, дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.); в подлеске часто доминирует лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.). Они формируются на относительно богатых и устойчиво-влажных или свежих

песчано-супесчаных почвах, нередко с суглинистыми прослойками, и обычно встречаются по надпойменным речным террасам (Korotkov et al., 2023).

Ряд исследователей считает, что все сосновые леса на территории Московского региона, за исключением сосняков верховых болот, имеют производное происхождение (Черненко и др., 2019).

Происхождение и будущее этой группы сосновых лесов до сих пор остаются дискуссионными. Основными факторами, обуславливающими их появление и развитие, являются климатические и антропогенные, претерпевшие значительные изменения с течением времени. До начала XX века липу сердцевидную активно использовали в хозяйственной деятельности, до 1940-х гг. в лесах практиковали пастьбу скота (Татарников, 2023). В последние десятилетия леса ближнего Подмосковья испытывают возрастающую рекреационную нагрузку и влияние техногенных выбросов. В XIX веке лесные

пожары были таким же фактором среды, как погодные и почвенные условия, и создавали благоприятные условия для возобновления породы-пирогфита — сосны обыкновенной. В настоящее время лесные пожары в обжитых районах быстро ликвидируются, в результате чего пирогенный фактор не имеет прежнего значения в формировании сосновых насаждений.

Л.П. Рысин (2012, 2013) полагал, что по крайней мере некоторые из этих формаций не имеют естественного происхождения и являются лесными культурами, посаженными во второй половине XIX века, а в перспективе сложные сосняки из-за изменившихся условий почти повсеместно сменяются широколиственными лесами.

Цель исследования — изучение процесса формирования сосняков сложных на различных стадиях сукцессий и оценка возможности их естественного возобновления в современных условиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Объект исследования — сосновые насаждения, занимающие примерно 1000 га на надпойменных террасах р. Москвы в Серебряноборском опытном участковом лесничестве. На девяти постоянных пробных площадях (ППП) в старовозрастных сосняках выполнен сплошной пересчет деревьев, по материалам которого определяли основные таксационные показатели. Почвы на объектах исследований песчаные, супесчаные и песчано-супесчаные с суглинистыми прослойками (Савельева, 2008). Тип лесорастительных условий — B_2-C_2 , бонитет — Ia — II. Представленные насаждения относятся к группе типов леса — сосняку сложному.

При пересчете на ППП учитывали деревья с диаметром более 6 см. Высоты деревьев измеряли с помощью высотомера *Haglof Vertex III*. Для характеристики вертикальной структуры насаждений высоту первого яруса считали равной средней высоте соснового элемента леса. Выделяли фитоценотический второй ярус, к которому относили деревья, высота которых составляла менее 80% от средней высоты первого яруса, при этом запас и полноту второго яруса не учитывали. Возраст древостоя определяли взятием кернов возрастным буром Пресслера на высоте 0.2–0.3 м. Возраст был определен у 53 деревьев. При необходимости деревья бурили по несколько раз для минимизации ошибки определения возраста. Текущий прирост по запасу на ППП определяли делением на период между пересчетами (2004 и 2023 гг.) разницы запасов, полученных в ходе пересчетов. Таксационные данные 2004 года для расчета текущего прироста на большинстве исследуемых ППП взяты из работ Л.И. Савельевой (2005, 2008). Для ОМ-1 использованы собственные данные авторов, на

недавно заложенной ППП-115 текущий прирост не определяли.

Для изучения начальной стадии сукцессий в данных лесорастительных условиях в период с 2020 по 2023 г. были выполнены исследования роста естественного возобновления на двух сплошных вырубках после ветровала 2017 года (Глазунов и др., 2024). Подрост на вырубках изучали на круговых учетных площадках площадью 10 м². На вырубке № 1 было заложено 22 учетных площадки, на вырубке № 2 — 24 площадки. На площадках учитывали численность и высоту жизнеспособного подроста, а также видовой состав, встречаемость и проективное покрытие травянистых растений (Лежнев и др., 2023).

В качестве фактора, оказывающего влияние на возобновление древесных видов и играющего важную роль в ходе демулационных сукцессий (Смирнова, Чумаченко, 2012), был изучен живой напочвенный покров (ЖНП), для чего в 2023 году на ППП выявлен основной флористический состав, а на учетных площадках вырубок — полный (только для сосудистых растений). Для интегральной характеристики состояния лесного сообщества виды дифференцированы по эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) (Список сосудистых..., 2006) и фитоценотическим группам (ФГ) (Жмылев и др., 2021). Для данных о ЖНП, полученных на учетных площадках, рассчитан коэффициент Сьеренсена, мера несходства Брея-Кертиса и индекс Шеннона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований установлено, что сосняки сложные к возрасту спелости формируют двухъярусные насаждения. Сосновые фитоценозы имеют условно-разновозрастный характер на большинстве ППП с разницей, местами превышающей два класса возраста, что свидетельствует об их естественном происхождении. Только на одной ППП-115 возраст трех деревьев на момент пересчета в 2022 г. был определен в 93 года и одного — в 91 год. Вероятнее всего, это лесные культуры, созданные в 1930–1931 гг. Наибольший возраст у самого молодого дерева сосны на ППП-1 был равен 203 года, у самого старого — 237 лет и в среднем составил 214 лет при пересчете в 2023 году (табл. 1).

Для сосновых древостоев Серебряноборского опытного лесничества характерны процессы неморализации, регистрируемые во всех ярусах. Липа сердцевидная присутствует на большинстве исследуемых участков во втором ярусе. На ППП-1, ППП-9 и ППП-14 часть липы начинает выходить в первый ярус. Присутствие липы во всех ярусах соснового насаждения указывает на благоприятные условия для этой породы в данных типах леса. Помимо липы сердцевидной в составе второго яруса отмечаются береза повислая (*Betula pendula* Roth),

Таблица 1. Таксационное описание постоянных пробных площадей в Серебряноборском опытном лесничестве

№ ППП S, га	Год перечета	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст, сосны, лет	Средние значения		Полнота, отн.	Запас, м³/га
						высота, м	диаметр, см		
ОМ-1 0.70	2020	I	99С	159	143 (116–159)	30.5	52.8	0.82	473
			1Б	19		27.3	34.4	0.04	16
		II	69Б	111		18.8	17.4	0.07	24
			11Д	20		16.4	18.8	0.01	4
			11Лп	9		20.8	23.0	0.01	4
			6Олс	16		17.8	14.2	0.01	2
3Кло	3		17.8	18.5	—	1			
ППП-1 0.50	2023	I	89С	128	214 (203–237)	32.2	59.8	0.76	514
			7Б	12		30.6	55.1	0.08	38
			4Лп	10		30.9	45.4	0.04	23
		II	86Лп	188		23.6	23.7	0.21	90
			9Б	20		20.1	26.4	0.08	9
			5Кло	44		17.0	12.6	0.02	5
ППП-2 0.25	2021	I	93С	112	192	30.2	51.7	0.56	317
			7Б	20		28.5	28.7	0.03	17
		II	44Лп	40		18.7	20.3	0.03	12
			30Д	28		18.6	20.7	0.02	8
			26Б	20		22.2	21.1	0.02	7
			ППП-5 0.25	2020		I	85С	116	136
15Б	68	26.0			27.9		0.17	45	
II	77Д	88			16.0	17.3	0.03	7	
	23Лп	20			16.9	16.7	0.01	4	
ППП-6 0.25	2021	I	94С	100	153 (134–166)	28.6	53.4	0.47	288
			6Б	40		25.3	23.7	0.04	21
		II	83Д	20		12.2	12.2	0.02	10
			17Лп	9		19.1	13.8	0.01	2
ППП-8 0.25	2023	I	100С	128	168 (167–168)	30.3	49.9	0.59	338
			II	42Д		80	14.9	18.7	0.08
		30Б		24		21.8	26.4	0.05	13
		26Лп		40		18.7	19.8	0.04	11
		2Кло		16		16.4	11.7	0.01	1
		ППП-9 0.25	2023	I		91С	144	158 (150–165)	29.0
5Б	16				23.9	38.5	0.07		20
3Лп	8				26.8	47.6	0.04		16
1Ос	8				25.5	31.1	0.02		7
II	62Б			68	19.3	18.2	0.07		16
	31Д			40	10.4	20.0	0.05		8
7Кло	16	15.5	12.5	0.01	2				
ППП-14 0.32	2022	I	97С	203	144 (134–151)	32.6	45.9	0.71	485
			3Лп	9		27.0	39.3	0.03	14
		II	79Лп	222		21.9	19.0	0.16	64
			17Б	41		23.9	20.1	0.05	14
			3Кло	31		17.2	10.6	0.01	2
			2Д	6		15.0	18.5	0.01	1
ППП-115 0.28	2022	I	78С	236	93 (91–93)	30.0	40.4	0.60	410
			22Б	86		28.4	35.3	0.26	109
		II	92Лп	400		12.4	11.7	0.20	38
			8Б	29		18.5	15.1	0.02	5

Примечание. С – сосна обыкновенная; Б – береза повислая; Лп – липа сердцевидная; Д – дуб черешчатый; Кло – клен остролистный; Ос – осина обыкновенная (*Populus tremula* L.); Олс – ольха серая (*Alnus incana* L.).

дуб черешчатый и клен остролистный (*Acer platanoides* L.). Судя по соотношению высоты и диаметра, дуб черешчатый под пологом древостоя угнетен (табл. 1).

В ЖНП, на фоне высокого проективного покрытия (от 70 до 90%, в среднем — $81\% \pm 8.9$), как по числу видов, так и по доле участия абсолютно доминируют виды неморальной ЭЦГ (табл. 2). Бореальные виды представлены незначительно, хотя по доле проективного покрытия занимают почти треть, из них доминирует кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.) Боровые встречаются в следовых количествах — всего 3 вида и менее 2% по доле участия (купена душистая (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn)).

В ядре фитоценозов (виды, встречающиеся на большинстве ППП с высокой долей проективного покрытия) представлены виды неморальной и бореальной ЭЦГ, а также адвентивная недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC). Недотрога обладает значительной проекцией листьев, усиливающей почвенное затенение, и аллелопатическими свойствами, оказывая таким образом отрицательное влияние не только на аборигенные лесные виды, но и на состояние подроста (Прохоров, 2018).

С точки зрения ФГ (табл. 2) преобладают лесные виды, однако 17% приходится на долю сорных и сорно-лесных, а 13% принадлежит видам со смешанным типом — лесо-луговым (например, земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.) и т.д.). Высокая доля сорных видов (и одновременно однолетников, что нехарактерно для старовозрастных лесов) складывается в основном из-за экспансии недотроги мелкоцветковой.

В 2004 году на ППП-1 средняя высота сосны обыкновенной составляла 31.5 м, средний диаметр — 55.5 см. Прирост по диаметру за 20 лет составил более 4 см. Средняя высота сосны

обыкновенной увеличилась на 0.7 м. В 2023 году средняя высота сосны обыкновенной составила 32.2 м, а средний диаметр — 59.8 см. Для сосны обыкновенной в X–XI классах возраста рост в высоту вышел на плато. За 20-летний период отмечается продолжение роста в высоту, в том числе в возрасте сосны обыкновенной более 200 лет. Средняя высота липы сердцевидной была равна 17.8 м в 2004 году, и за исследуемый период липа увеличилась на 6.4 м и достигла 24.2 м. На ППП-1 за исследуемый период отпад старовозрастной березы повислой по количеству стволов составил 42.8 %, в результате чего соотношение диаметра и высоты уменьшилось (рис. 1).

В 2004 году на ППП-14 средняя высота сосны обыкновенной составила 30.9 м, средний диаметр — 42.5 см, липа сердцевидная имела среднюю высоту 19.0 м. В 2023 году сосна обыкновенная имеет высоту 32.6 м (прирост в высоту составил 1.7 м) и диаметр 45.9 см (прирост по диаметру — 3.4 см). Средняя высота липы сердцевидной в этом году достигла 22.4 м (увеличение средней высоты на 3.4 м). Прирост по высоте у пород второго яруса обусловлен, прежде всего, локальными условиями освещенности и полнотой материнского полога. Липа сердцевидная продолжает увеличивать средние показатели по высоте и диаметру. Клен остролистный в 2004 году был в подросте, в настоящее время вышел во второй ярус. При достижении высоты 20 метров рост клена остролистного по высоте замедляется.

Динамика запаса сосны за исследуемый период была крайне неравномерной. На ППП-2, ППП-5 и ППП-6 произошло снижение запаса сосны обыкновенной на 93–163 м³/га в результате отпада. На ППП-1, ОМ-1, ППП-8 и ППП-14, где отпад деревьев был незначительным, запас увеличился на 57–132 м³/га. В среднем текущий прирост сосны обыкновенной за исследуемый период составил 1.7 м³/га в год, в то время как средний прирост — 1.8 м³/га в год.

Таблица 2. Спектр ЭЦГ и ФГ старовозрастных сосняков в Серебряноборском опытном лесничестве

ЭЦГ	Число видов, %	Доля участия, %	ФГ	Число видов, %	Доля участия, %
Бореальная	16	27.2	Лесная	64	67.1
Луговая	5	5.1	Лесо-луговая	16	12.2
Неморальная	59	47.9	Лесо-болотная	3	3.2
Нитрофильная	10	7.1	Сорно-лесная	5	4.2
Боровая	5	1.6	Сорно-луговая	2	0.4
Водно-болотная	2	0.2	Сорная	10	12.9
Чужеродные виды	3	10.9			

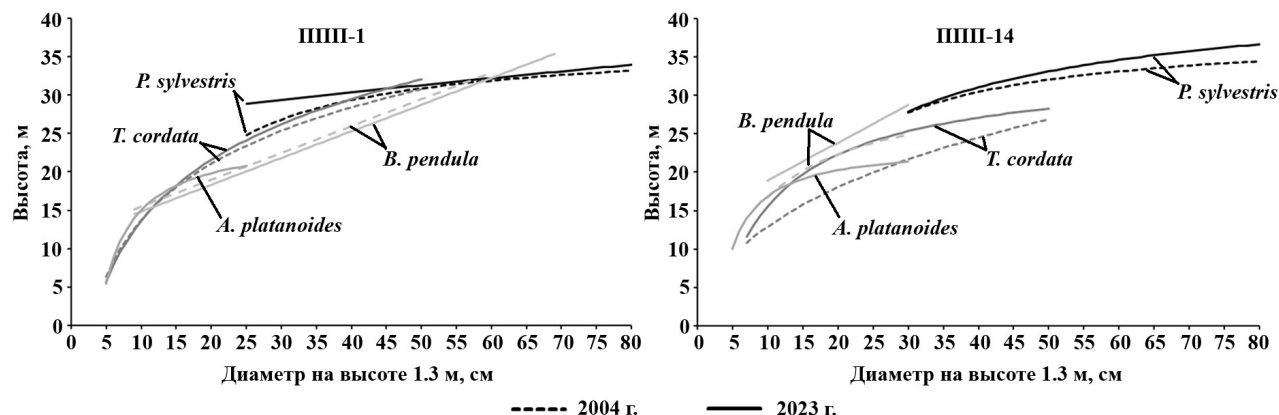


Рис. 1. Графики зависимости высот от диаметров на ППП-1 и ППП-14 в 2004 и 2023 гг.

Запас березы повислой незначительно уменьшился на большинстве ППП, в среднем снижение составило около 7 м³/га. На всех ППП произошло увеличение запаса липы. Наибольший прирост отмечен на ППП-1 (36 м³/га) и ППП-14 (66 м³/га), где липа уже присутствовала при предыдущем переците в I и II ярусах на ППП-1 и во II ярусе на ППП-14 (Савельева, 2005). На ППП-2, ППП-5, ППП-6, ППП-8, ППП-9, где липа ранее не отмечена в составе древостоя, она вышла во II ярус. Таким образом, во всех исследованных насаждениях происходит внедрение липы сердцевидной, при незначительном среднем запасе (30 м³/га) фитоценотическая роль данной породы возрастает.

На вырубках наблюдается высокая численность естественного возобновления сосны. На вырубке № 1 долевое участие сосны обыкновенной составляет 31%, осины обыкновенной — 22%, березы повислой — 14% соответственно. При этом по средней высоте береза повислая и осина обыкновенная значительно опережают сосну обыкновенную. Аналогичная ситуация сложилась на вырубке № 2, однако присутствует значительная доля ивы козьей (*Salix caprea* L.) — 29%, которая также превосходит по средней высоте сосну обыкновенную. Таким образом, сосна обыкновенная не способна выдерживать конкуренции с лиственными породами, уступая им в скорости роста (рис. 2, табл. 3).

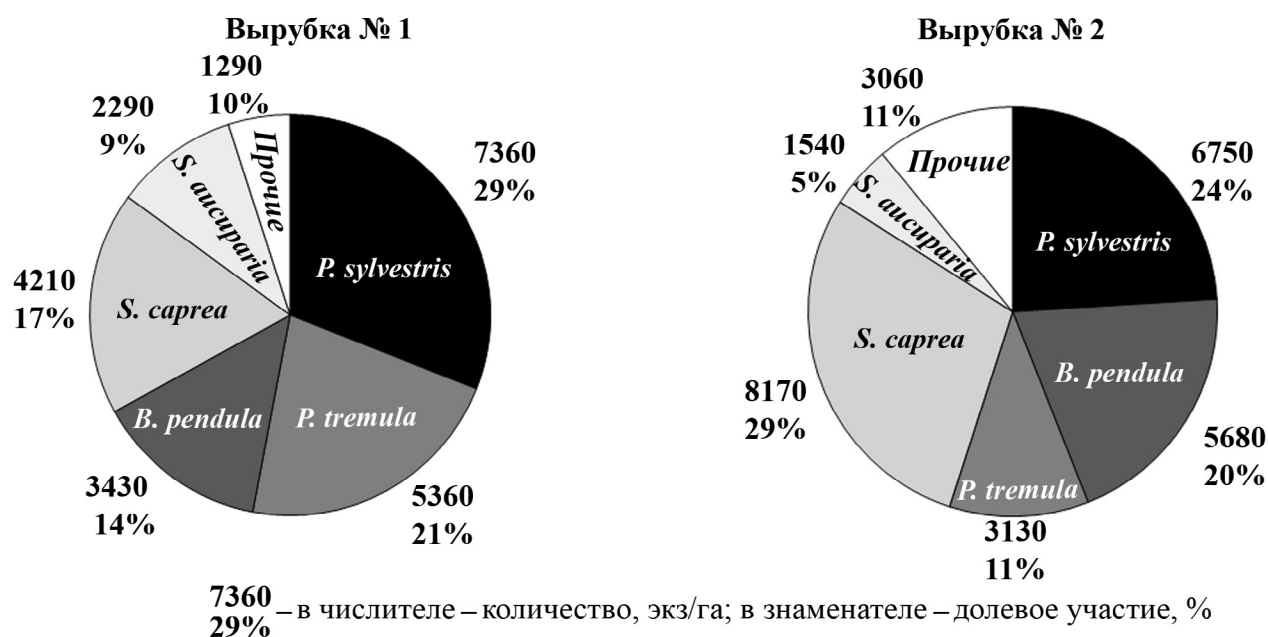


Рис. 2. Долевое участие древесно-кустарниковой растительности на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве на шестой год после нарушений.

Таблица 3. Средние высоты древесной растительности на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве на шестой год после нарушений

Вырубка	Средняя высота, см				
	Сосна обыкновенная	Береза повислая	Осина обыкновенная	Ива козья	Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)
№1	68.7 ± 4.0	87.1 ± 8.7	136.0 ± 6.5	121.6 ± 6.7	103.6 ± 11.4
№2	120.3 ± 4.1	204.2 ± 9.3	215.0 ± 11.4	198.9 ± 4.7	186.8 ± 15.1

В ЖНП вырубок суммарно зарегистрировано 126 видов сосудистых растений (86 и 106) на фоне широкого разброса проективных покрытий учетных площадок (в среднем $83 \pm 15\%$ для вырубки № 1 и $86 \pm 19\%$ для вырубки № 2). Меньшее суммарное число видов на вырубке № 1 обусловлено более выровненными условиями по сравнению с вырубкой № 2, в то время как видовая насыщенность здесь выше – 22 вида (± 5.7), а на вырубке № 2 – в среднем 16 видов (± 5.4). Индекс Шеннона на вырубке № 1 также выше – в среднем $2.7 (\pm 0.08)$ бит/экз., а на вырубке № 2 – $2.4 (\pm 0.37)$ бит/экз. Индекс Шеннона чаще всего изменяется от 1.5 до 3.5 (Magarlef, 1972, цит. по Мэгарран, 1992), следовательно, обеим вырубкам свойственно высокое видовое разнообразие. Расчет несходства Брея–Кертиса (0.39) и индекса Сьеренсена (0.69) показал, что флористически обе вырубки довольно близки друг к другу.

В спектре ЭЦГ (рис. 3) на обеих вырубках высокая доля участия луговых видов, но на второй вырубке их в полтора раза меньше (37.5% и 21.0%). Доля бореальных (21.9% – вырубка № 1 и 25.9% – вырубка № 2), неморальных (14.5% и 23.3%) и боровых (17.0% и 18.9%) видов выше на вырубке № 2. Несмотря на то, что в целом численность и доля участия лесных видов на обеих вырубках выше, чем луговых, характер ЖНП на вырубке № 2 более лесной. Сорным и смешанно-сорным ФГ на обеих вырубках принадлежит одинаковое число видов (35%). Менее однородные условия на вырубке № 2 привели к увеличению числа ФГ за счет появления влаголюбивых видов, приуроченных к микроканавкам и микропонижениям, сформированным во время ветровала и в ходе очистки лесосеки. Зарегистрировано 7 чужеродных видов: инвазионные – золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), мелколепестник однолетний (*Erigeron annuus* (L.) Pers.),

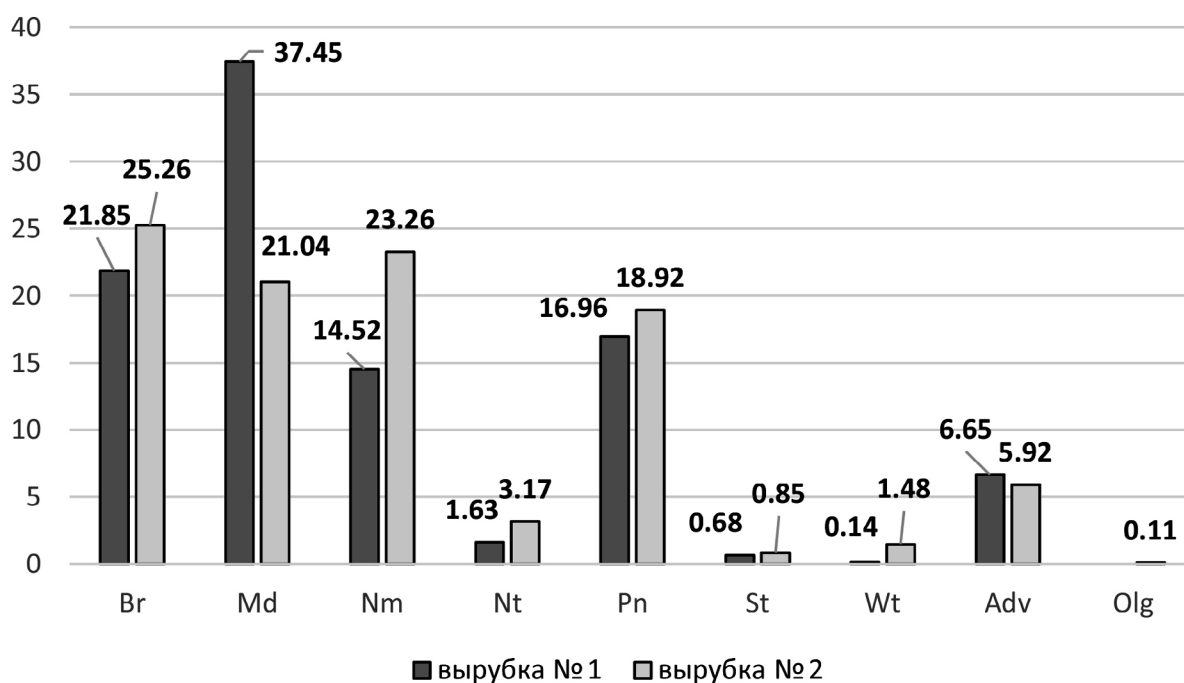


Рис. 3. Спектр ЭЦГ на вырубках в долях относительного участия (%). Расшифровка обозначений: Br – бореальная ЭЦГ; Md – луговая; Nm – неморальная (виды широколиственных лесов); Nt – нитрофильная (виды черноольшаников); Pn – боровая (виды сосновых лесов); St – степная; Wt – водно-болотная; Adv – чужеродные виды; Olg – олиготрофные виды.

мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.), череда облиственная (*Bidens frondosa* L.), недотрога мелкоцветковая, ситник тонкий (*Juncus tenuis* Willd.), а также недавно появившийся и быстро распространяющийся по территории гравилат крупнолистный (*Geum macrophyllum* Willd.).

В ядре фитоценозов, среди видов, встречающихся на половине и более УП, число и состав бореальных видов совпадают на обеих вырубках: Иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), золотарник обыкновенный, ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.). Среди них, с точки зрения выделения ФГ, истинно лесной вид единственный — ожика волосистая, первые два — сорный и сорно-лесной, маркирующие процессы гумусонакопления, и лесо-луговой золотарник обыкновенный, разрастающийся в условиях увеличения освещенности. Среди частотных видов на вырубке № 1 больше, чем на № 2, представителей луговой ЭЦГ, и все они относятся к лесо-луговой ФГ (полевица тонкая (*Agrostis capillaris*), земляника лесная, вероника дубравная (*Veronica chamaedys* L.)). На вырубке № 2 в ядре больше видов неморальной ЭЦГ (зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum* Huds.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.)). Из боровой ЭЦГ на обеих вырубках с высоким проективным покрытием встречается вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), менее обильно, но повсеместно — смолка клейкая (*Viscaria vulgaris* Bernh.). В ядро обеих вырубок входит инвазионный золотарник канадский (с долями участия 4.5 и 3.9%). Отличия между вырубками обусловлены формой вырубок, микрорельефом, экспозицией и гидрологическим режимом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования установлено, что на большинстве объектов сосняки сложные в Серебряноборском опытном лесничестве имеют условно-разновозрастную структуру, что указывает на их естественное происхождение. В данных лесорастительных условиях сосновые древостои сохраняют свою устойчивость. Прирост по высоте, диаметру и запасу продолжается в возрасте 200 и более лет. Увеличивается долевое участие широколиственных пород, в составе ЖНП доминирует неморальная фракция, что соответствует облику хвойно-широколиственных лесов, а из бореальных существенно участие только теневыносливой кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella* L.).

Изменение климата способствует процессу неморализации, что приводит к повышению конкурентоспособности лиственных пород. Долевое участие широколиственных пород в составе насаждений постепенно увеличивается. Наиболее благоприятные условия под пологом сосняков

складываются для липы сердцевидной, которая присутствует повсеместно во втором ярусе и начинает переходить в первый. В ходе естественного развития насаждений, при отсутствии катастрофических нарушений высока вероятность смены сосняков на липовые насаждения, в которую, однако, может вмешаться воздействие, производимое инвазионной недотрогой мелкоцветковой.

Для обеих вырубок характерно высокое видовое разнообразие благодаря участию луговых видов и антропогенно обусловленным особенностям микрорельефа. Сохраняется существенная (почти четверть от общего числа) доля лесных видов, среди которых значительный вклад имеют виды неморальной ЭЦГ, более трети составляет вклад сорных. На вырубках зарегистрировано 6 инвазионных видов, из которых золотарник канадский встречается почти на всех учетных площадках и способен оказывать отрицательное влияние на ход естественного возобновления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Глазунов Ю.Б., Полякова Г.А., Коротков С.А., Лежнев Д.В. Естественное возобновление на вырубках в Серебряноборском опытном лесничестве // Сибирский лесной журнал. 2024. № 2. С. 74–83.
- Жмылев П.Ю., Уланова Н.Г., Чердиченко О.В. Биоразнообразие флористического состава фитоценозов. Подходы и методы. М.: МАКС Пресс, 2021. 112 с.
- Лежнев Д.В., Куликова Д.Д., Полякова Г.А. Восстановительная динамика сосновых фитоценозов на вырубках в надпойменных террасах реки Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 4. С. 447–467.
- Лежнев Д.В., Лебедев А.В. Динамика и устойчивость сосновых древостоев в урбоэкосистемах лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 245. С. 93–111.
- Маслов А.А. Биологическое разнообразие коренных типов леса в заповедных лесных участках Московского региона // Лесоведение. 2022. № 6. С. 631–642.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Возрастная динамика некоторых типов сосновых насаждений Московского региона // Лесной вестник. 2019. Т. 23. № 2. С. 29–34.
- Полякова Г.А., Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Коженкова А.А., Колганихина Г.Б., Мельник П.Г. Серебряноборское опытное лесничество — основная база биогеоэкологических работ Института лесоведения РАН в средней полосе России // Лесохозяйственная информация. 2019. № 4. С. 67–78.

Прохоров В.Н. Инвазионный потенциал недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora* DC.) // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2018. Т. 63. № 2. С. 163–170.

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Сосновые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 288 с.

Рысин Л.П. Леса Подмосквы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 255 с.

Рысин Л.П. Биогеоэкологические аспекты изучения леса. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 290 с.

Савельева Л.И. Устойчивость спелых сосняков Серебряноборского опытного лесничества в условиях антропогенного воздействия // Лесоведение. 2005. № 6. С. 54–63.

Савельева Л.И. Серебряноборское опытное лесничество – база многолетних стационарных исследований // Стационарные исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы. Тула: Гриф и К, 2008. 358 с.

Смирнова О.В., Чумаченко С.И. Концептуальная модель динамики напочвенного покрова // Вестник

Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. № 9. С. 94–102.

Список сосудистых растений с указанием их принадлежности к эколого-ценотическим группам [Электронный ресурс]. URL: <http://sepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html> (дата обращения: 22.12.2023).

Сукачев В.Н. Избранные труды: в трех томах. Том 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.

Татарников Д.В. Динамика структуры старовозрастного сосняка за 70-летний период наблюдений // Ботаника (исследования). Вып. 52. Минск: Колорград, 2023. С. 114–122.

Черненко Т.В., Пузаченко М.Ю., Беляева Н.Г., Котлов И.П., Морозова О.В. Характеристика и перспективы сохранения сосновых лесов Московской области // Лесоведение. 2019. № 5. С. 449–464.

Korotkov S., Stonozhenko L., Lezhnev D., Ereghina S. Pine plants formation in the North-Eastern Moscow region // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. T. 3011. №. 1.

Formation of Complex Pine Forests in the Serebryanny Bor Experimental Forestry Unit

Yu. B. Glazunov^{1, *}, S. A. Korotkov^{1, 2}, D. V. Lezhnev¹, A. V. Titovets¹

¹Institute of Forest Science of the RAS,

Sovetskaya st. 21, Uspenskoe, Odintsovsky District, Moscow Oblast, 143030 Russian Federation

²Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi branch,

1st Institutskaya st. 1, Mytishchi, Moscow Oblast, 141005 Russian Federation

*E-mail: yu.b.glazunov@mail.ru

The paper deals with dynamics and development of complex pine forests of the Serebryanny Bor experimental forestry unit of the Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences at various stages of succession. The origins and future prospects of this group of forest types remain debatable. The subjects of the study were the old-growth pine stands and their natural regeneration after clear sanitary felling. It was found that most of the studied pine forests were of natural origin. At the age of over 150 years, pine stands maintain positive dynamics of growth in terms of wood stock. On average, the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) over 20 years was 1.7 m³/ha per year, and the average growth was 1.8 m³/ha per year. On all the study sites, the fastest growth under the canopy of pine forests was noted in small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.), which is omnipresent in the second storey and sometimes even reaches the first storey. The living ground cover is dominated by plants of the nemoral group. The process of nemoralisation occurs in all storeys of phytocoenoses. In case of catastrophic disturbances in clearings, a significant amount of natural regeneration of tree and shrub species can be observed. At the same time, Scots pine prevails quantitatively, but is significantly inferior to deciduous species in the rate of growth height-wise. Despite the participation of meadow species, the grass cover retains a forest appearance with a high proportion of nemoral group species. Scots pine is able to successfully regenerate after catastrophic disturbances, but the formation of pine forests is possible only in case of timely forestry activities.

Keywords: complex pine forests, Scots pine, formation, dynamics, succession, regeneration, forest stand, nemoralisation, living ground cover, ecological groups.

REFERENCES

- Chernen'kova T.V., Puzachenko M.Y., Belyaeva N.G., Kotlov I.P., Morozova O.V., Kharakteristika i perspektivy sokhraneniya sosnovykh lesov Moskovskoi oblasti (Characteristics and prospects of conservation of the pine forests of the Moscow region), *Lesovedenie*, 2019, No. 5, pp. 449–464.
- Glazunov Y.B., Polyakova G.A., Korotkov S.A., Lezhnev D.V., Estestvennoe vozobnovlenie na vyrubkakh v Serebryanoborskom opytном lesnichestve (Natural reforestation in clearcut area in Serebryanoborsky Experimental Forestry), *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 2024, No. 2, pp. 74–83
<http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html> (December 22, 2023).
- Korotkov S., Stonozenko L., Lezhnev D., Eregina S., Pine plants formation in the North-Eastern Moscow region, *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing, 2023, Vol. 3011, No. 1.
- Lezhnev D.V., Kulikova D.D., Polyakova G.A., Vosstanovitel'naya dinamika sosnovykh fitotsenozov na vyrubkakh v nadpoimennykh terrasakh reki Moskvy (Restorative dynamics of pine phytocenoses in clearcut areas in the floodplain terraces of the Moscow River), *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2023, Vol. 31, No. 4, pp. 447–467.
- Lezhnev D.V., Lebedev A.V., Dinamika i ustoichivost' sosnovykh drevostoev v urboekosistemakh lesnoi opytной dachi RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva (Dynamics and stability of pine stands in the urboecosystems of the experimental forest dacha of the RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev), *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2023, No. 245, pp. 93–111.
- Maslov A.A., Biologicheskoe raznoobrazie korennykh tipov lesa v zapovednykh lesnykh uchastkakh Moskovskogo regiona (Biodiversity of the native forest types in strict scientific forest reserves of the Moscow Region), *Lesovedenie*, 2022, No. 6, pp. 631–642.
- Megarran E., *Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie* (Ecological diversity and its measurement), Moscow: Mir, 1992, 184 p.
- Polyakova G.A., Melankholin P.N., Vozrastnaya dinamika nekotorykh tipov sosnovykh nasazhdenii Moskovskogo regiona (Age dynamics of some types of pine plantations in the Moscow region), *Lesnoi vestnik*, 2019, Vol. 23, No. 2, pp. 29–34.
- Polyakova G.A., Merzlenko M.D., Glazunov Y.B., Kozhenkova A.A., Kolganikhina G.B., Mel'nik P.G., Serebryanoborskoe opytное lesnichestvo – osnovnaya baza biogeotsenologicheskikh rabot Instituta lesovedeniya RAN v srednei polose Rossii (Serebryanoborsky Experimental Forestry district is the main base of biogeocenological research of the Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences in Central Russia), *Lesokhozyaistvennaya informatsiya*, 2019, No. 4, pp. 67–78.
- Prokhorov V.N., Invazionnyi potentsial nedotrogi melkotsvetkovoi (*Impatiens parviflora* DC.) (The invasive potential of the *Impatiens parviflora* DC.), *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk*, 2018, Vol. 63, No. 2, pp. 163–170.
- Rysin L.P., *Biogeotsenologicheskie aspekty izucheniya lesa* (Biogeocenological aspects of forest studies), Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2013, 290 p.
- Rysin L.P., *Lesy Podmoskov'ya* (Forests of the Moscow region), Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 255 p.
- Rysin L.P., Savel'eva L.I., *Sosnovye lesa Rossii* (Pine forests of Russia), Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008, 289 p.
- Savel'eva L.I., Serebryanoborskoe opytное lesnichestvo – baza mnogoletnykh statsionarnykh issledovaniy (Experimental Forestry District “Serebryanoborskoe” – a base for long-term stationary research), In: *Statsionarnye issledovaniya vliyaniya rekreatsii na lesnye biogeotsenozy* (Stationary studies of the impact of recreation on forest biogeocenoses), Tula: Grif i K, 2008, 358 p.
- Savel'eva L.I., Ustoichivost' spelykh sosnyakov Serebryanoborskogo opytного lesnichestva v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya (Stability of mature pine forests of Serebryanoborsk Experimental Forestry in the conditions of anthropogenic impact), *Lesovedenie*, 2005, No. 6, pp. 54–63.
- Smirnova O.V., Chumachenko S.I., Kontseptual'naya model' dinamiki napochvennogo pokrova (Framework model of the ground cover dynamics), *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa - Lesnoi vestnik*, 2012, No. 9, pp. 94–102.
- Sukachev V.N., *Izbrannye trudy. Osnovy lesnoi tipologii i biogeotsenologii* (Selecta. Fundamentals of forest typology and biogeocenology), Leningrad: Nauka, 1972, Vol. 1, 418 p.
- Tatarnikov D.V., Dinamika struktury starovozrastnogo sosnyaka za 70-letnij period nablyudenii (Dynamics of the structure of old-growth pine forest structure for 70-year monitoring period), In: *Botanika (issledovaniya)* (Botany (Research)), Minsk: Kolodziez, 2023, Issue 52, pp. 114–122.
- Zhmylov P.Y., Ulanova N.G., Cherednichenko O.V., *Bioraznoobrazie floristicheskogo sostava fitotsenozov. Podkhody i metody* (Biodiversity of the floristic composition of phytocenoses. Approaches and methods), Moscow: MAKSS Press, 2021, 112 p.