

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЕННЫХ ЕЛЬНИКОВ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

В.Г. Стороженко

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

lesoved@mail.ru

Представлены материалы исследований проведенных в коренных разновозрастных лесах еловых формаций тайги в пределах Европейской России: в северной тайге — ельников на территориях Архангельской обл. и национального парка «Паанаярви» Республики Карелия; в средней тайге — ельников резервата «Вепский лес» Ленинградской обл. и Андомского лесничества Вологодской обл.; в южной тайге — ельников Центрально-Лесного государственного биосферного заповедника Тверской обл. Определены возраст и объемы деревьев, произрастающих на постоянных пробных площадях, построены возрастные ряды древостоев, установлены динамические характеристики, даны оценки санитарному состоянию деревьев и древостоев, пораженности дереворазрушающими грибами биотрофного комплекса, выполнены вычисления объемов древесного отпада по стадиям разложения. Выявлена тесная связь возрастания значений пораженности деревьев с увеличением возраста поколений в возрастных рядах, которая трактуется как закономерность: $r = 0,98$ при $m_r = 0,05$ и $t = 140$. Динамика формирования возрастных поколений в еловых древостоях протекает значительно медленнее от 4 до 6 раз, чем динамика разложения древесного отпада. Характеристики санитарного состояния коренных еловых древостоев имеют балловую оценку в диапазоне между ослабленными и сильно ослабленными сообществами, с высокими показателями гнилевых фаутов деревьев в возрастных поколениях и древостоев и значительными объемами древесного отпада. Высокие показатели гнилевого поражения деревьев обеспечивают сохранение баланса воспроизводимой и разлагаемой биомассы в динамике еловых лесов. Этот баланс формируется различиями временных периодов накопления биомассы и скоростью разложения древесного отпада.

Ключевые слова: санитарное состояние, еловые леса, дереворазрушающие грибы, пораженность древостоев, древесный отпад, баланс биомассы

Ссылка для цитирования: Стороженко В.Г. Санитарное состояние коренных ельников тайги Европейской России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 1. С. 17–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-17-25

Коренные разновозрастные леса обширного региона севера Европейской России относятся к исчезающим формациям природных растительных сообществ, в эволюционной динамике которых сформировалась структурная и функциональная оптимальность коадаптации автотрофных и гетеротрофных консортов, рассматриваемая в качестве характеристики устойчивости лесов. В связи с этим одной из актуальных фундаментальных задач лесной науки является изучение тенденций и закономерностей, определяющих особенности функционирования различных консортов коренных разновозрастных лесов как эталонов устойчивых лесных сообществ по сравнению с лесами других структур. Факторы, влияющие на состояние деревьев и древостоев, в целом подразделяются на абиотические и биотические. Первые — способны изменить состояние деревьев и древостоев, т. е. климатогенные, гидрогенные, разнообразные антропогенные факторы, вторые — микогенные, энтомогенные, зоогенные. В настоящей работе сделан акцент на влиянии микогенных факторов ослабления деревьев и

древостоев. В частности, рассмотрено влияние на состояние деревьев дереворазрушающими грибами (ДРГ) биотрофной группы, являющимися первичными агентами микогенного заражения деревьев. Они вызывают гнили стволов и корней деревьев, снижают их состояние до летального и становятся основной причиной перевода их в структуру валежа. Таким образом формируется древесный отпад, который под влиянием ДРГ ксилотрофной группы разлагается до состояния гумуса. В сумме грибы дереворазрушающего комплекса порядков *Aphyllophorales* и *Agaricales* в огромной степени определяют санитарное состояние лесов.

Санитарное состояние — одна из важнейших характеристик структурного и функционального устройства лесов, определяющих их устойчивость. В практике детальных наземных обследований для определения санитарного состояния древостоев используется методика, основанная на визуальной оценке крон и стволов деревьев, позволяющая выявить повреждения энтомовредителями и грибными болезнями [1]. В последней редакции документа [1] санитарное состояние лесов определяется как «характеристика леса,

содержащая сведения о его захламленности, наличии усыхающих и сухостойных деревьев», приводится шкала категорий состояния деревьев, в которой деревья, стоящие в составе древостоя разделены на шесть категорий: 1 — здоровые, 2 — ослабленные, 3 — сильно ослабленные, 4 — усыхающие, 5 — свежий сухостой и 6 — старый сухостой. Деревья, отнесенные к категории «усыхающие», характеризуются как «деревья, поврежденные в сильной степени с максимальной вероятностью их усыхания в текущем вегетационном периоде», т. е. обреченные на усыхание. Можно утверждать, что в этой формулировке деревья категории «усыхающие» уверенно входят в состав консорта «древесного отпада» (coarse woody debris), составляющего часть общей структуры мортмассы лесного биогеоценоза [2, 3]. Таким образом, если принимать эту классификацию, то в структуру древесного отпада входят деревья категорий «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой» из состава древостоя, а также стволы свежего ветровала, бурелома и старого ветровала и бурелома, входящие в состав валежа.

В отечественной и зарубежной литературе сведения об исследованиях в области определения состояния деревьев и древостоев многочисленны и связаны прежде всего с оценкой состоянии лесов после повреждения их хвоелистогрызущими вредителями или пирогенными воздействиями [4–8] либо последствиями стихийных бедствий — ветровалами, массовыми усыханиями от техногенных воздействий и т. д. [9]. Санитарное состояние коренных разновозрастных лесов изучено фрагментарно [10–13].

Цель работы

Цель работы — определение с помощью физических величин характеристик санитарного состояния коренных разновозрастных еловых лесов различных фаз динамики как эталонов устойчивых лесных сообществ по параметрам пораженности ДРГ, объемным показателям древесного отпада, категориям состояния деревьев и древостоев.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований приняты коренные разновозрастные леса еловых формаций эволюционного формирования в подзонах северной, средней и южной тайги Европейской России. В регионах северной тайги: ельники Северодвинского лесничества Архангельской обл. (64°49'91"66; 39°83'82"41) и национального парка «Паанаярви» Республики Карелия (66°9'45"; 30°32'37"); средней тайги: ельники резервата «Вепсский лес» Ленинградской обл. (60°64'70"25; 34°72'10"37) и Андомского лесничества Вологод-

ской обл. (30°45'82"; 36°80'83"53); южной тайги: ельники Центрально-Лесного биосферного заповедника Тверской обл. (56°45'88"40; 32°96'71"30). В типичных для подзон тайги условиях произрастания ельников наиболее производительных типов леса были заложены постоянные пробные площади, на которых проводилась сплошная нумерация деревьев, начиная с диаметра стволов 6 см и выше, пересчет по категориям состояния [1], бурение деревьев у шейки корня с установлением их возраста и выявлением наличия гнилей разных типов (коррозионных и деструктивных). На квадратах 10×10 м выполнено сплошное картирование расположения деревьев и древесного отпада с определением вида, породы, диаметра, стадии разложения [14]. В камеральный период строились возрастные ряды древостоев с распределением деревьев по возрастным поколениям и определялось динамическое положение биогеоценозов [2, 15]. Рассчитывались средние показатели состояния деревьев в возрастных поколениях и в целом для древостоев [1]. По таблицам объемов деревьев вычислялись объемные показатели деревьев в возрастных поколениях и в целом для древостоев и древесного отпада (валежа) [16], в возрастных поколениях возрастных рядов древостоев — пораженность деревьев ДРГ.

Т а б л и ц а 1

Шкала определения санитарного состояния лесных насаждений

Scale for determining the sanitary condition of forest plantations

Лесные насаждения	Состояние, баллы
Без признаков ослабления	1–1,5
Ослабленные	1,51–2,5
Сильно ослабленные	2,51–3,5
Усыхающие	3,51–4,5
Погибшие	Более 4,5

Автором и В.М. Котковой в древостоях пробных площадей и в прилегающих ельниках были собраны плодовые тела, идентифицированы виды ДРГ биотрофного и сапротрофного комплексов [17, 18]. Санитарное состояние древостоев в целом оценивалось по тем же правилам [1] по средним величинам ослабления деревьев, выраженным в баллах, как произведение суммарного показателя количества деревьев каждой категории и индекса самой категории, поделенного на общее количество деревьев в древостое (табл. 1).

Результаты и обсуждение

Объекты исследований представляют собой типичные для каждой подзоны тайги Европейской России массивы коренных разновозрастных ельников, никогда не подвергавшихся антропо-

Т а б л и ц а 2

Лесоводственные характеристики коренных ельников зоны тайги Европейской России

Forestry characteristics of native spruce forests in the taiga zone of European Russia

Регион	Состав, тип леса, полнота, бонитет, запас, м ³ га	Подрост	Подлесок	Покров	Средний возраст, лет	Средний диаметр ствола, см	Средняя высота, м
Северная тайга							
Северодвинское лесничество, Архангельская обл.	8Е1Б1С, чер, 0,6, V, 112,3	Е, С, Б	Рб, Мж, Б	чер, мхи, бр, лиш	177,0	8,5	10,0
Национальный парк «Паанаярви», Республика Карелия	10Е+С, Б, бр-чер, 0,6, IV, 122,7	Е, Б, С	Рб, Мж, Ив	чер, бр, мхи	222,0	15,2	9,0
Средняя тайга							
Заповедник «Вепсский лес», Ленинградская обл.	10Е+Ос, кис-май, 0,8, II, 306,4	Е, Ос	Рб, Мж, Б	кис, май, мхи, пап	121,0	19,7	14,3
Урочище «Атлека», Вологодская обл.	8Е1Б1Ос, кис-чер, 0,7, II, 348,2	Е, Б	Рб, Мж, Б	кис, чер, бр, мхи	196,0	27,8	17,0
Южная тайга							
Центрально-Лесной биосферный заповедник-1, Тверская обл.	8Е2Ос+Б, чер, 0,8, I, 408,8	Е, Б	Рб, Мж, Б	чер, бр, кис, пап	140,2	26,1	19,1
Центрально-Лесной биосферный заповедник-2, Тверская обл.	9Е1Ос+Б, кис-чер, 0,7, I, 581,6	Е, Ос, Б	Рб, Мж, Б	кис, чер, бр, мхи	163,3	29,8	24,5
<i>Примечание.</i> Е — ель; Б — береза; С — сосна; Рб — рябина; Мж — можжевельник; Ив — ива древовидная; Ос — осина; чер — черничник; бр — брусничник; лиш — лишайник; кис — кисличник; май — майник; пап — папоротник.							

генным воздействиям, различного динамического положения — от демутиационного до дигрессивного и климаксного (табл. 2).

Представленные ельники имеют разные соотношения средних значений возраста, диаметра ствола и высоты деревьев, что, в общем, согласуется с их динамическими характеристиками. Например, для ельников дигрессивных фаз динамики показательны повышенные значения запасов древостоя, среднего диаметра стволов и высоты деревьев и, напротив, в ельниках климаксных и демутиационных фаз динамики при относительно небольших запасах древостоев — незначительные величины диаметра стволов и высоты деревьев (табл. 2).

В большой степени влияние на состояние деревьев оказывают ДРГ биотрофного комплекса, поражающие живые деревья и вызывающие их ослабление, снижающие их жизненный потенциал, общую устойчивость к проникновению патогенов и распространению гнилевых фаутов стволов, корней и ветвей (табл. 3).

По данным табл. 3 следует, что изучаемые ельники даже в пределах одной подзоны тайги могут иметь различные параметры возрастных рядов по числу возрастных поколений и объемам деревьев в каждом поколении. Понятно, что эти различия связаны, прежде всего, с различными условиями произрастания отдельных ельников, которые определяют предельный возраст деревьев первого поколения и, следовательно, количество поколений возрастных рядов. Данные об объемах

деревьев в возрастных поколениях характеризуют динамическое положение биогеоценозов в сукцессионном пространстве [2, 15] (см. табл. 3). Преобладание суммарного объема деревьев в возрастных поколениях старше среднего значения возрастного ряда относит биогеоценоз к дигрессивным фазам динамики, младше среднего значения — к демутиационным фазам динамики. Относительно равномерное распределение объемов деревьев в возрастных поколениях определяет биогеоценоз как сообщество климаксной фазы динамики [2]. Особое положение занимает биогеоценоз ельника подзоны средней тайги заповедника «Вепсский лес», в котором в середине возрастного ряда почти отсутствует объем ствольной древесины, в то время как в начале и в конце него имеет значительные по величине показатели. Биогеоценоз с такими показателями возрастного ряда характеризуется как демутиационно-дигрессивный.

Пораженность деревьев ДРГ биотрофного комплекса в возрастных поколениях возрастных рядов фиксируется, начиная с последнего самого младшего возрастного поколения (40–80 лет) и неуклонно возрастает вплоть до первого самого старшего поколения (280–380 лет) предельного для ели возраста в конкретных условиях произрастания биогеоценоза. На протяжении всего временного периода формирования возрастных структур ельников определенная часть деревьев поражается ДРГ биотрофного комплекса с развитием гнилевых фаутов, ослабляется, теряет

Т а б л и ц а 3

Объемы деревьев и пораженность ДРГ биотрофного комплекса деревьев, общая для древостоев и в пределах возрастных поколений

The volume of trees and the infestation of the biotrophic trees complex, common to stands and within age generations

Регион	Объемы (числитель, м ³ га) и пораженность (знаменатель, %)												Фаза динамики	
	ДРГ деревьев по возрастным поколениям										всего древостоев	в том числе с гнилями		
	до 40	41–80	81–120	121–160	161–200	201–240	241–280	281–320	321–360	361–400		кор.		дест.
Северная тайга														
Северодвинское лесничество, Архангельская обл.	Пдр	<u>6,1</u> 13,3	<u>3,8</u> 15,7	<u>15,5</u> 39,3	<u>7,6</u> 42,8	<u>30,3</u> 70,5	<u>22,4</u> 50,0	<u>12,1</u> 76,9	<u>24,9</u> 63,1	<u>122,7</u> 42,6	<u>66,5</u> 54,2	<u>56,2</u> 45,8	Дг	
Национальный парк «Паанаярви», Республика Карелия	Пдр	<u>2,0</u> 16,6	<u>8,3</u> 21,4	<u>44,0</u> 20,8	<u>56,9</u> 20,0	<u>1,1</u> 30,3	–	–	–	<u>112,3</u> 17,2	<u>61,2</u> 54,5	<u>51,1</u> 45,5	Дг	
Средняя тайга														
Заповедник «Вепсский лес», Ленинградская обл.	Пдр	<u>18,1</u> 19,4	<u>150,0</u> 7,3	<u>33,1</u> 23,5	<u>1,1</u> 1,0	<u>17,1</u> 40,0	<u>37,7</u> 43,4	<u>49,2</u> 38,5	–	–	<u>306,3</u> 18,6	<u>134,2</u> 43,8	<u>172,1</u> 56,2	Дм-Дг
Урочище «Атлека», Вологодская обл.	Пдр	<u>1,0</u> 0	<u>9,0</u> 5,5	<u>11,6</u> 11,1	<u>6,8</u> 17,0	<u>42,6</u> 17,0	<u>160,6</u> 10,0	<u>87,3</u> 20,0	<u>24,8</u> 67,0	–	<u>348,2</u> 15,2	<u>145,2</u> 41,7	<u>203,0</u> 58,3	Дг
Южная тайга														
Центрально-Лесной биосферный заповедник-1, Тверская обл.	Пдр	<u>3,8</u> 22,0	<u>120,7</u> 30,1	<u>117,0</u> 28,9	<u>65,0</u> 15,0	<u>75,3</u> 42,6	<u>27,0</u> 48,0	–	–	–	<u>408,8</u> 18,5	<u>215,6</u> 52,0	<u>196,2</u> 48,0	Кл
Центрально-Лесной биосферный заповедник-2, Тверская обл.	Пдр	<u>7,1</u> 0	<u>100,3</u> 16,2	<u>187,8</u> 24,1	<u>135,7</u> 9,0	<u>100,0</u> 9,0	<u>50,7</u> 33,0	–	–	–	<u>581,6</u> 15,6	<u>348,9</u> 60,0	<u>232,7</u> 40,0	Кл

Примечание. Пдр — подрост; тип гнили: кор. — коррозийная, дест. — деструктивная; фаза динамики: Дг — дигрессивная, Дм — демутиационная, Кл — климаксовая.

механическую прочность стволов, корней и переходит в структуру валежа. К возрасту первого поколения (280–380 лет), когда деревья теряют физиологическую устойчивость к проникновению грибных патогенов, пораженность деревьев возрастает до максимальных значений (см. табл. 3). Связь возрастания значений пораженности деревьев с увеличением возраста поколений в возрастных рядах описана ранее и представлена корреляционной зависимостью: $r = 0,98$ при $m_r = 0,05$ и $n = 140$, где r — коэффициент корреляции, m_r — ошибка коэффициента корреляции и t — коэффициент достоверности. Связь очень тесная и трактуется как закономерность [2].

Биотрофный комплекс дереворазрушающих грибов лесов еловых формаций, вызывающий гнилевые фауны ели, не слишком обширен. В перечне основных видов представлены следующие наиболее распространенными являются:

– *Armillaria* sp. (в таежной зоне преимущественно *A. borealis* Marxm. et Korhonen) — опенок северный;

– *Climacocistis borealis* (Fr.) Kotl. et Pouzar — северный трутовик;

– *Onnia triquetra* (Lenz.) Imazeki — еловая комлевая губка;

– *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. — трутовик Швейница (вызывает преимущественно гнили корневого и комлевого расположения);

– *Heterobasidion parviporum* Niemelä et Korhonen — корневая губка (способна распространяться по стволу до уровня живой кроны);

– *Porodaedalea chrysoloma* (Fr.) Fiasson et Niemelä — еловая губка (может располагаться на любой высоте по стволу вплоть до нижних ветвей кроны).

Все они относятся к группе факультативных сапротрофов, в большей или меньшей степени склоняющихся к облигатному паразитизму. В коренных разновозрастных ельниках ни один из перечисленных видов не образует очагового распространения, находясь в общем пуле гнилевого поражения деревьев.

Важным элементом санитарного состояния лесов еловых формаций является древесный отпад, в состав которого, как упоминалось выше, входят деревья категорий усыхающих, свежего и старого

Т а б л и ц а 4

Объемные показатели древесного опада в анализируемых ельниках европейской тайги

Volumetric indicators of tree debris in the analyzed spruce forests of the European taiga

Регион	Запас древос- стоя, м ³ га	Объемы валежа (м ³ га) по стадиям разложения, лет						Текущий древесный опад (категория состояния)				Всего древесного опада		Фаза дина- мики
		1	2	3	4	5	Всего	Ус	Св	Ст	Все- го	м ³ га	% от запа- са	
		1–3	4–15	16–25	26–35	36–45 (50)								
Северная тайга														
Северодвинское лесничество, Архангельская обл.	112,3	2,2	10,1	7,8	6,6	9,4	36,1	7,2	1,2	4,4	12,8	48,9	43,5	Дг
Национальный парк «Паанаярви», Республика Карелия	122,7	0,8	16,1	16,8	8,5	5,6	47,8	15,3	–	6,0	21,3	69,1	56,3	Дг
Средняя тайга														
Заповедник «Вепский лес», Ленинградская обл.	306,4	9,7	25,7	17,6	17,2	–	70,2	1,1	0,4	7,7	9,2	79,4	25,9	Дм- Дг
Урочище «Атлека», Вологодская обл.	348,2	6,6	39,0	15,1	26,2	28,2	115,1	0,9	–	2,1	3,0	118,1	33,9	Дг
Южная тайга														
Центрально- Лесной биосфер- ный заповедник-1, Тверская обл.	408,8	5,2	24,9	56,5	33,8	19,6	140,0	4,2	–	8,1	12,3	152,3	37,3	Кл
Центрально- Лесной биосфер- ный заповедник-2, Тверская обл.	581,6	34,2	22,3	6,8	2,3	9,5	75,1	8,9	0,9	38,6	48,4	123,5	21,3	Кл

Примечание. Категория состояния: Ус — усыхающие, Св — свежий сухостой, Ст — старый сухостой.

сухостоя, а так же стволы свежего и старого ветровала и бурелома, составляющих структуру валежа (табл. 4).

Данные табл. 4 наглядно демонстрируют значительные различия объемов древесного опада в биогеоценозах коренных разновозрастных ельников. В некоторых биогеоценозах он может составлять более половины запаса древостоя (табл. 4). По подзонам тайги можно заметить несколько более повышенные объемы древесного опада в представленных ельниках северной тайги по отношению к запасам древостоев.

Можно также отметить большие объемы валежа в ельниках подзоны южной тайги, однако по отношению к запасам древостоев они меньше, чем в ельниках подзоны северной тайги. Эти данные говорят о большом участии в формировании структур древостоев и древесного опада коренных разновозрастных ельников индивидуальных особенностей роста и динамики развития.

Сравнительный анализ данных табл. 3 и 4 позволяет отметить важные особенности в формировании древесного опада в динамических

процессах накопления биомассы древостоями по возрастным поколениям и в разложении этой биомассы в структурах валежа. Во-первых, движение во временной динамике объемов деревьев по возрастным поколениям с одновременным вывалом части деревьев в структуру древесного опада (см. табл. 3) определяет и величину валежа по стадиям разложения (см. табл. 4). Во-вторых, временная динамика формирования возрастных поколений в древостоях протекает значительно медленнее, чем динамика разложения древесного опада. При этом она определяется в ретроспективной части факторами, влияющими на скорость разложения валежа (породой, положением относительно земли, диаметром стволов валежа, относящихся к определенной стадии разложения, лесорастительной зоной и т. д.), в текущем временном периоде — длиной возрастного ряда и объемами деревьев в возрастных поколениях. Приблизительно таким образом природе удается сохранять баланс накопления и разложения биомассы лесного сообщества. Динамика преобразования древесной биомассы от живого

Показатели ослабления коренных ельников европейской тайги

Indicators of weakening of the native spruce forests in the European taiga

Регион	Запас древостоя, м ³ га	Количество деревьев в категориях состояния, %						Средняя категория состояния для древо- стоя	Фаза динамики
		1	2	3	4	5	6		
Северодвинское лесничество, Архангельская обл.	112,3	28	42	22	2	1	5	2,2	Дг
Национальный парк «Паанаярви», Республика Карелия	122,7	36	43	10	2	0	9	2,1	Дг
Заповедник «Вепский лес», Ленинградская обл.	306,4	53	16	9	5	1	18	2,4	Дм-Дг
Урочище «Атлека», Вологодская обл.	348,2	47	38	13	1	0	1	2,2	Дг
Центрально-Лесной биосферный заповедник-1, Тверская обл.	408,8	39	31	16	4	0	10	2,3	Кл
Центрально-Лесной биосферный заповедник-2, Тверская обл.	581,6	46	21	8	6	1	18	2,6	Кл

Примечание. Категория состояния деревьев: 1 — здоровые, 2 — ослабленные, 3 — сильно ослабленные, 4 — усыхающие, 5 — свежий сухостой и 6 — старый сухостой.

состояния в составе древостоя до полного разложения древесного опада в климаксом сообществе прослеживается примерно за 300-летний период, а в некоторых биогеоценозах и до 400 лет (Северодвинское лесничество, Архангельская обл.). На протяжении всего временного периода, по которому определяется санитарное состояние биогеоценоза, сначала осуществляется разделение деревьев древостоя по категориям состояния, а затем учет объема древесного опада по стадиям разложения.

Дереворазрушающие грибы биотрофного и сапротрофного комплексов являются мощным эндогенным «механизмом», активно влияющим на изменение состояния деревьев и древостоев, сохраняющим баланс воспроизводимой и разлагаемой биомассы лесных сообществ и поддерживающим устойчивость лесного сообщества. В динамике древесных фракций, выражаясь языком летчиков, «ведущей» является живая часть древостоя, его, а «ведомым» — древесный отпад.

Сапротрофный комплекс дереворазрушающих грибов, во-первых, значительно более многочислен по числу видов на разных этапах разложения стволов валежа, нежели биотрофный, вызывающий гнили живых деревьев, во-вторых, процессы ксилолиза отмершей древесины древесного опада протекают значительно интенсивнее, не встречая сопротивления уже отмерших деревьев, что также может быть связано с различными временными периодами участия грибов биотрофной и сапротрофной групп в сохранении баланса воспроизводимой и разлагаемой биомассы лесов.

Представленные выше моменты относятся к одним из основных, но не ко всем факторам, влияющим на состояние деревьев и древостоев коренных разновозрастных лесов. В процессах ослабления деревьев и древостоев принимают участие многие как эндогенные (пищевая и световая конкуренции, зоогенные и микогенные) факторы, так и экзогенные (климатогенные, гидрогенные, радиационные, аэрогенные), совокупное влияние которых отражается на состоянии лесов. В табл. 5 представлены параметры средних значений количества деревьев в категориях состояния анализируемых древостоев.

По данным табл. 5 видно, что три древостоя из шести имеют относительно высокие значения в категории «здоровые» и превышают 40 % общего числа деревьев — биогеоценозы 3, 4 и 6, в остальных древостоях сумма ослабленных и сильно ослабленных деревьев колеблется от 29 % в древостое 6 до 64 % в древостое 1. Значительную корректировку в общее состояние всех изучаемых древостоев вносят суммарные показатели категорий текущего древесного опада — «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой». Именно они снижают общие показатели ослабления древостоев, имеющих высокие баллы категорий «здоровые».

Выводы

В целом по результатам анализа состояния коренных разновозрастных ельников зоны тайги Европейской России можно отметить значительные показатели ослабления древостоев, имеющих оценку в баллах в диапазоне между ослабленными и сильно ослабленными сообществами.

Подтверждена тенденция увеличения пораженности деревьев дереворазрушающими грибами биотрофного комплекса с высокими показателями гнилевых фаутов деревьев в возрастных поколениях от младшего возраста к предельному для породы, определяемая как закономерность: $r = 0,98$ при $m_r = 0,05$ и $t = 140$.

Древесный отпад, как важная характеристика санитарного состояния коренных разновозрастных лесов, имеет различные показатели значений объема в ельниках разного динамического состояния. В некоторых биогеоценозах он может составлять более половины запаса древостоя.

Высокие значения пораженности деревьев в возрастных поколениях и древостоев в целом определяют объем древесного отпада. В то же время такие характеристики обеспечивают сохранение баланса воспроизводимой и разлагаемой биомассы в динамике онтогенеза сообществ. В свою очередь этот баланс формируется различиями временных периодов (скоростью) накопления биомассы в процессе построения возрастных рядов древостоев и скоростью разложения древесного отпада. Соотношение временных периодов (скоростей) обоих процессов может достигать четырех-шестикратных значений, т. е., динамика накопления древесной биомассы протекает в 4–6 раз медленнее, нежели ее разложение комплексами дереворазрушающих грибов порядков *Arhylophorales* и *Agaricalts* и грибов других таксономических группировок, сменяющих одна другую в процессе разложения древесного отпада до состояния гумуса почвы.

Список литературы

- [1] Правила санитарной безопасности в лесах. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2047. 18 с.
- [2] Стороженко В.Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент. Тула: Гриф и К, 2007. 190 с.
- [3] Шорохова Е.В. Запасы и экосистемные функции крупных древесных остатков в таежных лесах: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2018. 299 с.
- [4] Горшков В.В., Ставрова Н.И., Тарасова В.Н. Повреждение деревьев сосны обыкновенной и древесного яруса сосновых лесов Европейского Севера в результате пожаров // Лесоведение, 2004. № 5. С. 10–19.
- [5] Cheng-Jung Lin, Yue-Hsing Huang, Gwo-Shyong Huang, Meng-Ling Wu. Detection of decay damage in iron-wood living trees by nondestructive techniques // *J. Wood Sci.*, 2016, vol. 62, pp. 42–51. DOI: 10.1007/s10086-015-1520-9
- [6] Демидко Д.А. Состояние кедровых древостоев Северо-Восточного Алтая и методы его оценки // Лесоведение, 2011. № 1. С. 19–27.
- [7] Лямцев Н.И., Малахова Е.Г. Динамика санитарного состояния еловых лесов Подмосквья после засухи 2010 г. // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2013. Т. 18. № 6. С. 82–89.
- [8] Замолотчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок // Лесоведение, 2009. № 4. С. 3–15.
- [9] Уланова Н.Г. Причины и следствия естественного распада ельников в Европейской части России // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: материалы Всерос. (с междунар. участием) науч. шк.-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А.А. Уранова. г. Пенза, 10–14 мая 2016. Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2016. С. 288–290.
- [10] Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. Biodiversity in dead wood. Cambridge Univ. Press, 2012, 509 p.
- [11] Сергиенко В.Г., Иванов А.М., Власов Р.В., Антонов О.И. Древесный отпад и биоразнообразие на участках выборочных рубок в Ленинградской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2015. № 3. С. 4–19.
- [12] Бобкова К.С., Кузнецов М.А., Осипов А.Ф. Запасы крупных древесных остатков в ельниках средней тайги Европейского Северо-Востока. // ИзвУЗ Лесной Журнал, 2015. № 2 (344). С. 9–21.
- [13] Hekkala A.M., Ahtikoski A., Patalo M-L., Tarvainen O., Siipilehto J., Tolvanen A. Restoring volume, diversity and continuity of deadwood in boreal forests // *Biodiversity Conservation*, 2016, v. 25, pp. 1107–1132.
- [14] Стороженко В.Г. Датировка разложения валежа ели // Экология, 1990. № 6. С. 66–69.
- [15] Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. М.: Наука, 1984. 176 с.
- [16] Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.
- [17] Стороженко В.Г., Коткова В.М. Новые и малоизвестные для Тверской области виды афиллофоровых грибов // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология, 2012. Вып. 26. № 16. С. 125–134.
- [18] Ананьев В.А., Лейнонен Т., Грабовик С.И. Результаты обследования средневозрастных еловых древостоев после рубок ухода // *Resources and Technology*, 2005. № 6. С. 5–7.

Сведения об авторе

Стороженко Владимир Григорьевич — д-р биол. наук, гл. науч. сотр. лаборатории лесоводства и биологической продуктивности, Институт лесоведения РАН, lesoved@mail.ru

Поступила в редакцию 03.06.2022.

Одобрено после рецензирования 16.11.2022.

Принята к публикации 21.11.2022.

SANITARY CONDITION OF NATIVE TAIGA SPRUCE IN EUROPEAN RUSSIA

V.G. Storozhenko

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

lesoved@mail.ru

The materials of studies carried out in the primary uneven-aged spruce forests of the taiga within European Russia are presented, in the northern taiga spruce forests are studied in the territories of the Arkhangelsk region and the Paanajarvi National Park in the Karelia Republic; in the middle taiga spruce forests are studied in the reserve «Vepssky forest» in the Leningrad region and Andomsky forestry of the Vologda region; in the southern taiga spruce forests of the Central Forest State Biosphere Reserve in the Tver Region are studied. The age and volume of trees growing on permanent test plots were determined, age series of forest stands were modelled, dynamic characteristics were established, estimates of the sanitary condition of trees and stands were made, the infestation of the biotrophic complex with wood-destroying fungi and calculations of the tree waste volume by stages of decomposition were made. A close relationship between the increase in tree damage values and the increase in the age of generations in the age series was revealed, which is interpreted as a pattern: $r = 0,98$ with $m_r = 0,05$ and $t = 140$. The dynamics of the formation of age generations in spruce forest stands proceeds much more slowly from 4 to 6 times than the dynamics of wood debris decomposition. The characteristics of the sanitary state of native spruce stands are in the range between weakened and severely weakened communities, with high rates of rotten faults of trees in age generations and stands and significant amounts of tree waste. High rates of rot damage to trees ensure the balance of reproducible and degradable biomass in the dynamics of spruce forests. This balance is formed by differences in the time periods of biomass accumulation and the rate of decomposition of wood waste.

Keywords: sanitary condition, spruce forests, wood-destroying fungi, infestation of stands, coarse woody debris, biomass balance

Suggested citation: Storozhenko V.G. *Sanitarnoe sostoyanie korennykh el'nikov taygi Evropeyskoy Rossii* [Sanitary condition of native taiga spruce in European Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 17–25. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-17-25

References

- [1] *Pravila sanitarnoy bezopasnosti v lesakh. Utverzhdeny postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 9 dekabrya 2020 g. № 2047* [Sanitary safety rules in forests. Approved by Decree of the Government of the Russian Federation of December 9, 2020, no. 2047]. 18 p.
- [2] Storozhenko V.G. *Ustoychivye lesnye soobshchestva. Teoriya i eksperiment* [Sustainable forest communities. Theory and experiment]. Tula: Grif and K, 2007, 190 p.
- [3] Shorokhova E.V. *Zapasy i ekosistemnye funktsii krupnykh drevesnykh ostatkov v taezhnykh lesakh* [Stocks and ecosystem functions of large tree residues in taiga forests]. *Dr. Sci. (Biol.)*. St. Petersburg, 2018, 299 p.
- [4] Gorshkov V.V., Stavrova N.I., Tarasova V.N. *Povrezhdenie derev'ev sosny obyknovennoy i drevesnogo yarusa sosnovykh lesov Evropeyskogo Severa v rezul'tate pozharov* [Damage to Scotch pine trees and the tree layer of pine forests of the European North as a result of fires]. *Lesovedenie*, 2004, no. 5, pp. 10–19.
- [5] Cheng-Jung Lin, Yue-Hsing Huang, Gwo-Shyong Huang, Meng-Ling Wu. Detection of decay damage in iron-wood living trees by nondestructive techniques. *J. Wood Sci.*, 2016, vol. 62, pp. 42–51. DOI: 10.1007/s10086-015-1520-9
- [6] Demidko D.A. *Sostoyanie kedrovyykh drevostoev Severo-Vostochnogo Altaya i metody ego otsenki* [State of Siberian pine stands in the North-Eastern Altai and methods of its assessment]. *Lesovedenie*, 2011, no. 1, pp. 19–27.
- [7] Lyamtsev N.I., Malakhova E.G. *Dinamika sanitarnogo sostoyaniya elovykh lesov Podmoskov'ya posle zasukhi 2010 g.* [Dynamics of the sanitary state of the spruce forests of the Moscow region after the drought of 2010]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2013, v. 18, no. 6, pp. 82–89.
- [8] Zamolodchikov D.G. *Otsenka pula ugleroda krupnykh drevesnykh ostatkov v lesakh Rossii s uchetom vliyaniya pozharov i rubok* [Estimation of the carbon pool of large wood residues in the forests of Russia, taking into account the impact of fires and logging]. *Lesovedenie*, 2009, no. 4, pp. 3–15.
- [9] Ulanova N.G. *Prichiny i sledstviya estestvennogo raspada el'nikov v Evropeyskoy chasti Rossii* [Causes and consequences of the natural decay of spruce forests in the European part of Russia]. *Sovremennyye kontseptsii ekologii biosistem i ikh rol' v reshenii problem sokhraneniya prirody i prirodopol'zovaniya: materialy Vseros. (s mezhdunar. uchastiem) nauch. shk.-konf., posvyashch. 115-letiyu so dnya rozhdeniya A.A. Uranova* [Modern concepts of biosystems ecology and their role in solving problems of nature conservation and nature management: materials of Vseros. (with international participation) scientific. school-conf., dedicated. 115th anniversary of the birth of A.A. Uranov]. Penza, May 10–14, 2016. Penza: Penza State University, 2016, pp. 288–290.
- [10] Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. *Biodiversity in dead wood*. Cambridge Univ. Press, 2012, 509 p.
- [11] Sergienko V.G., Ivanov A.M., Vlasov R.V., Antonov O.I. *Drevesnyy otpad i bioraznoobrazie na uchastkakh vyborochnykh rubok v Leningradskoy oblasti* [Tree waste and biodiversity in selective logging sites in the Leningrad Region]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2015, no. 3, pp. 4–19.
- [12] Bobkova K.S., Kuznetsov M.A., Osipov A.F. *Zapasy krupnykh drevesnykh ostatkov v el'nikakh sredney taygi Evropeyskogo Severo-Vostoka* [Stocks of large woody residues in the spruce forests of the middle taiga of the European North-East]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2015, no. 2 (344), pp. 9–21.

- [13] Hekkala A.M., Ahtikoski A., Patalo M-L., Tarvainen O., Siipilehto J., Tolvanen A. Restoring volume, diversity and continuity of deadwood in boreal forests. *Biodiversity Conservation*, 2016, v. 25, pp. 1107–1132.
- [14] Storozhenko V.G. *Datirovka razlozheniya valezha eli* [Dating the decomposition of spruce deadwood]. *Ekologiya* [Ecology], 1990, no. 6, pp. 66–69.
- [15] Dyrenkov S.A. *Struktura i dinamika taezhnykh el'nikov* [Structure and dynamics of taiga spruce forests]. Moscow: Nauka, 1984, 176 p.
- [16] Tret'yakov N.V., Gorskiy P.V., Samoylovich G.G. *Spravochnik taksatora* [Taxiator's handbook]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, 853 p.
- [17] Storozhenko V.G., Kotkova V.M. *Novye i maloizvestnye dlya Tverskoy oblasti vidy afilloforovykh gribov* [New and little-known species of aphylophoric fungi for the Tver region]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Biologiya i ekologiya* [Bulletin of the Tver State University. Series Biology and Ecology], 2012, iss. 26, no. 16, pp. 125–134.
- [18] Anan'ev V.A., Leynonen T., Grabovik S.I. *Rezultaty obsledovaniya srednevozrastnykh elovykh drevostoev posle rubok ukhoda* [Survey results of middle-aged spruce stands after thinning]. *Resources and Technology* [Resources and Technology], 2005, no. 6, pp. 5–7.

Author's information

Storozhenko Vladimir Grigor'evich — Dr. Sci. (Agriculture), Chief research worker of Laboratory Forestry and biological productivity, Forest Science Institute RAS, lesoved@mail.ru

Received 03.06.2022.

Approved after review 16.11.2022.

Accepted for publication 21.11.2022.