

УДК 630*181.34

Л. Н. Рожков¹, В. Г. Шатравко²¹Белорусский государственный технологический университет²Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь

**ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
И УГЛЕРОДНЫЕ ПОТОКИ В НАСАЖДЕНИЯХ
*PINETA – PICEETA OXALIDOSA – PLEUROZIOSA – PTERIDIOSA – MYRTILLOSA***

Рассматривается динамика потоков воздушного и почвенного питания (С, N, P, K, Ca, Mg) насаждений *Pineta – Piceeta* в лесорастительных условиях *oxalidosa – pleuroziosa – pteridiosa – myrtillosa* на этапе перехода возрастных групп «приспевающие – спелые». Дается оценка влияния традиционной лесохозяйственной деятельности с учетом усыхания лесов в последние десятилетия. Объектами анализа являются насаждения шести пробных площадей, заложенных в 2001–2006 гг. на ППУ лесного мониторинга. Изменение за 17 лет лесоводственно-таксационных показателей древостоев (среднее изменение запаса, полнота, средний запас, интенсивность отпада) аналогично показателям лесного фонда для эксплуатационных лесов. Содержание элементов питания в почве является достаточным по азоту, относительно удовлетворительным по кальцию и недостаточным по фосфору, магнию и калию. Содержание элементов питания в почве уменьшилось, за редким исключением. На исходный период (2001 г.) запасы азота и зольных элементов в почве (0–30 см) и лесной подстилке перекрывали годовую потребность насаждений на 15 лет; спустя 17 лет сократились до 9. Установлено, что насаждения обеспечивают свою потребность в элементах питания до 25–88% за счет поглощения из слоев почвы глубиной свыше 30 см. Выявлена устойчивая тенденция лесной экосистемы к секвестрации органического углерода в почве и в меньшей степени в лесной подстилке. Интенсивность секвестрации составила от 0,17 до 0,68 тС/га·год. Изменение массы углерода в лесной экосистеме зависит от его фотосинтеза древостоем. В нормально развивающихся приспевающих хвойных древостоях годовичная абсорбция изменялась в пределах 1,92–2,84 тС/га·год, в условиях низкой интенсивности усыхания – 0,07. В условиях усыхания порядка 68% запаса имела место «эмиссия» в объеме минус 3,46 тС/га·год за счет вырубки усохшей древесины.

Ключевые слова: лесохозяйственная деятельность, изменение лесов, элементы почвенного питания, углеродные потоки в лесах.

L. N. Rozhkov¹, V. G. Shatravko²¹Belarusian State Technological University²Ministry of Forestry of the Republic of Belarus

**THE INFLUENCE OF TRADITIONAL FORESTRY ACTIVITY ON NUTRIENT
ELEMENTS CONTENT AND CARBON FLOWS IN *PINETA – PICEETA
OXALIDOSA – PLEUROZIOSA – PTERIDIOSA – MYRTILLOSA* STANDS**

The dynamics of air and soil nutrition flows (C, N, P, K, Ca, Mg) of *Pineta – Piceeta* stands in forest growth conditions of *oxalidosa – pleuroziosa – pteridiosa – myrtillosa* at the stage of transition of age groups «ripening – ripe» is considered. The impact of traditional forestry, including forest drying out in the last ten years, is assessed. The objects of the analysis are the stands of 6 pilot sites laid in 2001–2006 on the forest monitoring PCP (permanent counting post). The change of forest valuation indicators of the forest stands in 17 years (average stock change, density, middle stock, loss intensity) is similar to the indicators of the forest fund for exploitable forests. The content of nutrients in the soil is sufficient in nitrogen, relatively satisfactory in calcium and insufficient in phosphorus, magnesium and potassium. The content of nutrients in the soil decreased, with some exceptions. For the initial period (2001) nitrogen and ash elements deposits in soil (0–30 cm) and forest litter exceeded the annual need of stands for 15 years; after 17 years, decreased to 9. It is found that stands provide their need for nutrients to 25–88% due to absorption from soil layers of over 30 cm depth. A steady trend of the forest ecosystem for sequestration of organic carbon in soil and, to a lesser extent, in forest litter was revealed. The intensity of the sequestration ranged from 0.17 to 0.68 tC/ha per year. The change in the mass of carbon in forest ecosystem depends on its photosynthesis by forest stand. In normally developing ripening coniferous stands annual absorption varied within 1.92–2.84 tC/ha per year, in low intensity drying conditions – 0.07. In conditions of drying, about 68% of the stock, there was an “emission” in the amount of minus 3.46 tC/ha per year due to cutting down of trees wood.

Key words: forestry, forest change, soil nutrients, carbon flows in forests.

Введение. Ведение лесного хозяйства, не исключая восстановление, уход, охрану, защиту и пользование лесом, вызывает изменение лесной экосистемы.

Наши исследования о динамике в течение четырех-пяти десятилетий лесного фонда в его неизменных территориальных границах свидетельствуют о следующем [1]. Активному лесохозяйственному воздействию были подвергнуты порядка 34,5% выделов, в наибольшей степени среди низкополнотных (40,9%) и среднеполнотных (38,9%) древостоев. За исследованный период увеличилась площадь главных древесных видов (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Quercus robur*, *Alnus incana* и др.). *Betula pendula* увеличила занимаемую площадь в основном за счет не покрытых лесом и нелесных земель. Повысилась продуктивность лесов (+0,5 классов бонитета), увеличились в 1,4 раза среднее изменение запаса и в 1,5 раза средний запас спелых и перестойных насаждений. Подверглась трансформации типологическая структура лесов: сократились площади серий типов леса *Callunosum*, *Vaccinosum* и *Myrtillosum*; увеличились – *Pteridiosum*, *Oxalidosum*.

Успешность лесохозяйственной деятельности оказалась достаточно эффективной в экологическом отношении: относительный показатель состояния лесного фонда увеличился в 4,6 раза, качественное состояние лесного фонда изменилось с градации «среднее» на «очень хорошее». При этом все же не были достигнуты оптимальные возрастная и полнотная структуры лесов [2, 3].

Лесохозяйственная деятельность в Беларуси является экономически эффективной. Рентабельность от лесохозяйственной деятельности отдельных лесничеств составила за счет прироста древесных запасов от 2,6 до 88,1% и за счет экологического эффекта от углерододепонирующей функции леса – от 21,7% до 122,8%. Общая эколого-экономическая рентабельность составила от 24,3 до 310,9%. Наименьшая рентабельность (2,6%) от прироста древесных запасов имеет место при традиционной лесохозяйственной деятельности без применения активных мер хозяйственного воздействия. Наибольшая рентабельность (88,1%) имеет место при комплексном применении хозяйственных мероприятий. Рентабельность при естественном лесовозобновлении с мерами содействия составила 54,2% и без мер содействия 44,1%, при проведении рубок реконструкции 27,8%, при создании лесных культур после главных рубок 10,5% и после реконструкции лесокультурными методами 6,3% [4, 5].

Наблюдаемые в последние годы климатические изменения нередко усиливают негативные воздействия на состояние лесов. В частности, происходит усыхание сосновых лесов, потребовавших проведения в 2017 г. 29 319 га сплошных

санитарных рубок [6]. Прогнозируется увеличение количества и площади лесных пожаров, следствием которых являются потери органического вещества, азота и зольных элементов питания насаждений, снижение прироста запаса [7]. Увеличивается применение лесозаготовительной техники (харвестеров, форвардеров) на рубках ухода за лесом, что ухудшает водно-физические свойства почвы, соотношение между лесными и луговыми видами в живом напочвенном покрове; интенсифицируется процесс нитрификации [8]. Наблюдаемое увеличение вероятности экстремального проявления абиотических и биотических факторов определяет неблагоприятные условия функционирования лесов и снижение их устойчивости, возрастание масштабов повреждения и усыхания древостоев [9].

В последние десятилетия в Беларуси уделяется большое внимание вопросам экосистемных услуг, предоставляемых лесными экосистемами, в том числе депонированию углерода [10, 11]. С целью установления влияния способов рубок главного пользования и лесовосстановления и удаления/неудаления порубочных остатков на депонирование углерода, содержание питательных веществ в почве и сохранение биоразнообразия Всемирный банк и Глобальный экологический фонд реализуют выполнение Мероприятия 3.1.3.3 в рамках «Проекта развития лесного сектора Республики Беларусь» [12].

Основная часть. Настоящие исследования по установлению влияния традиционных лесохозяйственных воздействий на динамику углерода, азота и зольных элементов в лесных насаждениях осуществлены при разработке мероприятия 3.1.3.3 [12]. Объектами анализа приняты шесть пробных площадей, заложенных РУП «Белгослес» на ППУ лесного мониторинга (табл. 1). Были использованы данные лесной таксации и почвенных анализов на исходный год учета (2001 г.). По состоянию на 2018 г. произведена таксация и взяты почвенные образцы (В. Л. Красовский, РУП «Белгослес»), выполнены агрохимические анализы в почвенной лаборатории РУП «Белгослес». Обработка материалов, анализ полученных результатов, формирование выводов выполнены авторами.

В табл. 1 приведена лесоводственно-таксационная характеристика лесных насаждений на исследуемых пробных площадях.

Анализ табл. 1 свидетельствует о репрезентативности насаждений пробных площадей средним показателям припевающих и спелых хвойных древостоев лесного фонда Республики Беларусь: на исходный период (2001) полнота – 0,72, запас – 283 м³/га. Еловые древостои подвергаются усыханию, что характерно для последних лет.

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев
на пробных площадях ППУ лесного мониторинга РУП «Белгослес»

ППУ/ПП, Тип леса	Год учета	Состав	Возраст, лет	Полнота	Запас, м ³ /га	Сухостой/валеж, м ³ /га	Лесная подстилка, т/га
5087/28 <i>Piceeta oxalidosum</i>	2001	7 <i>Pic</i> 2 <i>Bet</i> 1 <i>Pin</i>	70	0,6	240	–	14,36
	2018	7 <i>Pic</i> 2 <i>Bet</i> 1 <i>Pin</i>	87	0,6	250	20/20	18,59
5022/31 <i>Pineta pleuroziosum</i>	2001	10 <i>Pin</i> + <i>Bet</i>	60	0,8	290	–	10,54
	2018	10 <i>Pin</i> + <i>Bet</i>	77	0,8	320	5/5	13,34
5125 <i>Piceeta pleuroziosum</i>	2006	7 <i>Pic</i> 3 <i>Bet</i> + <i>Pop.tr</i>	90	0,6	270	–	18,10
	2018	7 <i>Pic</i> 3 <i>Bet</i> + <i>Pop.tr</i>	102	0,3	160	20/30	19,84
5021/29 <i>Pineta pteridiosum</i>	2001	10 <i>Pin</i>	80	0,6	290	–	9,74
	2018	10 <i>Pin</i>	97	0,7	340	2/–	12,32
5011/41 <i>Piceeta pteridiosum</i>	2001	4 <i>Pic</i> 2 <i>Pin</i> 3 <i>Bet</i>	70	0,8	290	–	12,54
	2018	4 <i>Pic</i> 2 <i>Pin</i> 3 <i>Bet</i>	87	0,5	240	15/20	12,41
5186/34 <i>Pineta myrtillosum</i>	2001	4 <i>Pin</i> 6 <i>Bet</i> + <i>Pic, Pop.tr</i>	80	0,9	320	–	8,45
	2018	5 <i>Pin</i> 5 <i>Bet</i> + <i>Pic, Pop.tr</i>	97	0,7	340	+	12,58

В результате среднее изменение сырораствующего запаса составило: у сосновых насаждений 1,96 м³/га·год, у еловых – минус 3,33 м³/га·год; с учетом мертвой древесины соответственно 2,39 и минус 0,55.

Содержание в почве (0–30 см) элементов питания (рис. 1) является достаточным по азоту (0,047–0,270%), относительно удовлетворительным по кальцию (0,048–0,133) и недостаточным

по фосфору (0,023–0,063), магнию (0,034–0,132) и калию (0,094–0,242%).

Полученные в рамках текущих исследований по мероприятию 3.1.3.3 [12] результаты по динамике элементов питания в компонентах лесных насаждений, являющихся объектами традиционного лесохозяйственного воздействия, свидетельствуют о следующем (табл. 2).

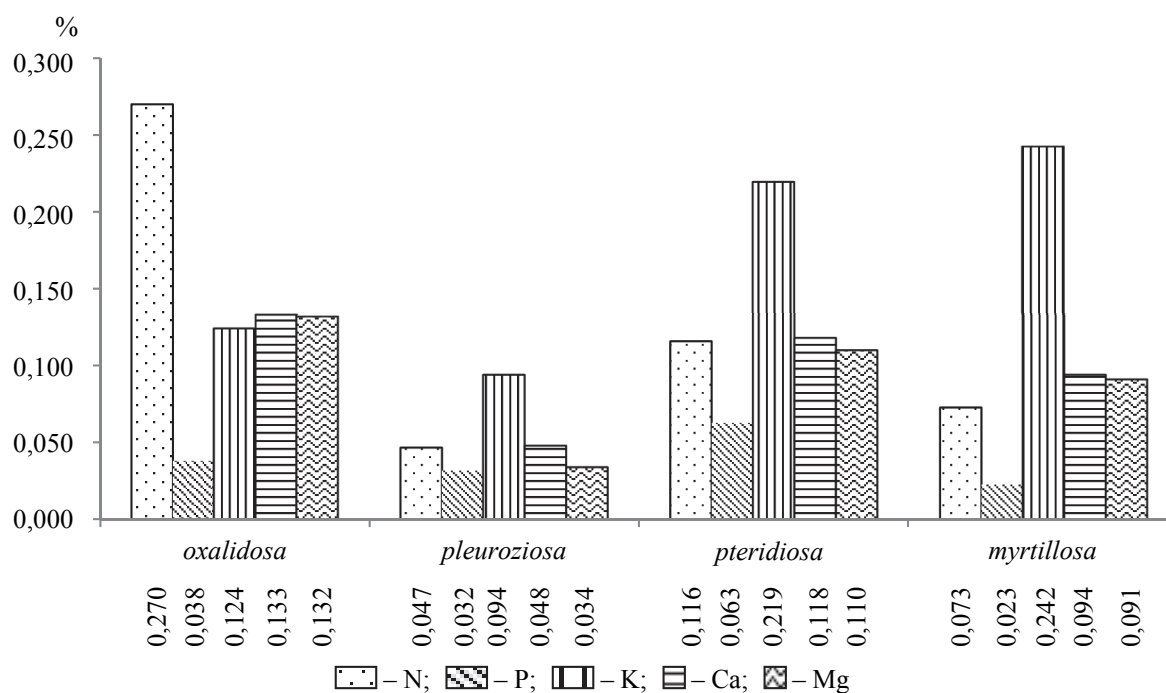


Рис. 1. Исходный (2001 г.) химический состав почвы (0–30 см)

Таблица 2

Динамика элементов питания в насаждениях ППУ/ПП лесного мониторинга РУП «Белгослес»

ППУ/ПП	Компоненты лесной экосистемы	Год учета	Содержание элементов питания, кг/га					
			С	N	P	K	Ca	Mg
5087 28	Почва (0–30 см)	2001	51965	10393	1481	4792	5104	3429
		2018	34944	9700	266	1596	1512	2112
	Лесная подстилка	2001	5187	290	13	24	147	15
		2018	6761	224	14	20	232	16
	Фитомасса	2001	165840	301	932	2046	9842	2468
		2018	200390	392	1215	2665	12818	3214
5022 31	Почва (0–30 см)	2001	13871	1244	1465	5064	2443	1757
		2018	15649	2736	1170	1706	1232	4100
	Лесная подстилка	2001	4736	210	12	23	56	7
		2018	6183	166	10	8	28	4
	Фитомасса	2001	218080	357	1106	2427	11673	2927
		2018	248160	448	1388	3046	14649	3673
5125	Почва (0–30 см)	2006	19582	1852	626	1081	685	444
		2018	20498	2926	278	1334	611	433
	Лесная подстилка	2006	6243	308	25	37	112	17
		2018	7343	281	18	28	109	16
	Фитомасса	2006	186570	406	1258	2760	13276	3329
		2018	145110	294	911	1999	9613	2410
5021 29	Почва (0–30 см)	2001	15992	1697	2708	3786	2444	2033
		2018	23475	1529	1388	1460	964	1125
	Лесная подстилка	2001	4374	191	9	21	29	6
		2018	6149	151	12	36	77	17
	Фитомасса	2001	218080	322	998	2189	10529	2640
		2018	257184	476	1475	3236	15565	3903
5011 41	Почва (0–30 см)	2001	35798	6543	1774	11767	5977	5820
		2018	45882	4959	1627	5111	3311	4618
	Лесная подстилка	2001	4201	193	14	34	128	16
		2018	5747	195	12	29	134	14
	Фитомасса	2001	200390	364	1128	2475	11902	2984
		2018	190025	385	1192	2618	12588	3157
5186 34	Почва (0–30 см)	2001	20748	2704	855	8984	3482	3390
		2018	27972	806	890	3702	2086	2195
	Лесная подстилка	2001	3923	192	12	21	94	10
		2018	5125	129	13	22	116	13
	Фитомасса	2001	240640	413	1279	2808	13504	3386
		2018	263200	476	1475	3236	15565	3903

Содержание азота в почве (0–30 см) в среднем составляет в лесорастительных условиях *pleuroziosum* – 0,06%, *myrtillosum* – 0,09%, *pteridiosum* – 0,10% и *oxalidosum* – 0,26%, что близко к данным К. Л. Забелло и И. В. Соколовского [13]. В лесной подстилке содержание азота значительно выше и составляет: 1,50, 1,60, 1,40 и 1,57%; данные согласуются с исследованиями И. К. Блинова и П. Ф. Асютин [14]. Запасы зольных элементов (P, K, Ca, Mg) на исходный период составляли в почве (0–30 см) от 8,3 до 22,2 т/га и на 2018 г. от 5,4 до 9,8 т/га. В лесной подстилке содержание зольных элементов в среднем в 30 и более раз меньше, чем в почве (0–30 см).

Содержание азота и зольных элементов в почве (0–30 см) за истекшее 17 лет уменьшилось, за редким исключением (азот и магний в *Pin.–Pic. pleur*). Масса лесной подстилки увеличилась на 26–48% в здоровых насаждениях и практически не изменилась в ослабленных (усыхающих) ельниках (ППУ 5011 и 5125). Соответственно изменялось содержание элементов питания в лесной подстилке. За истекший период уменьшилось содержание зольных элементов в почве (0–30 см) в среднем в 2,2 раза и незначительно увеличилось (в 1,4 раза) в лесной подстилке (рис. 2). Уменьшение азота и зольных элементов в верхнем слое почвы объясняется их потреблением древостоем.

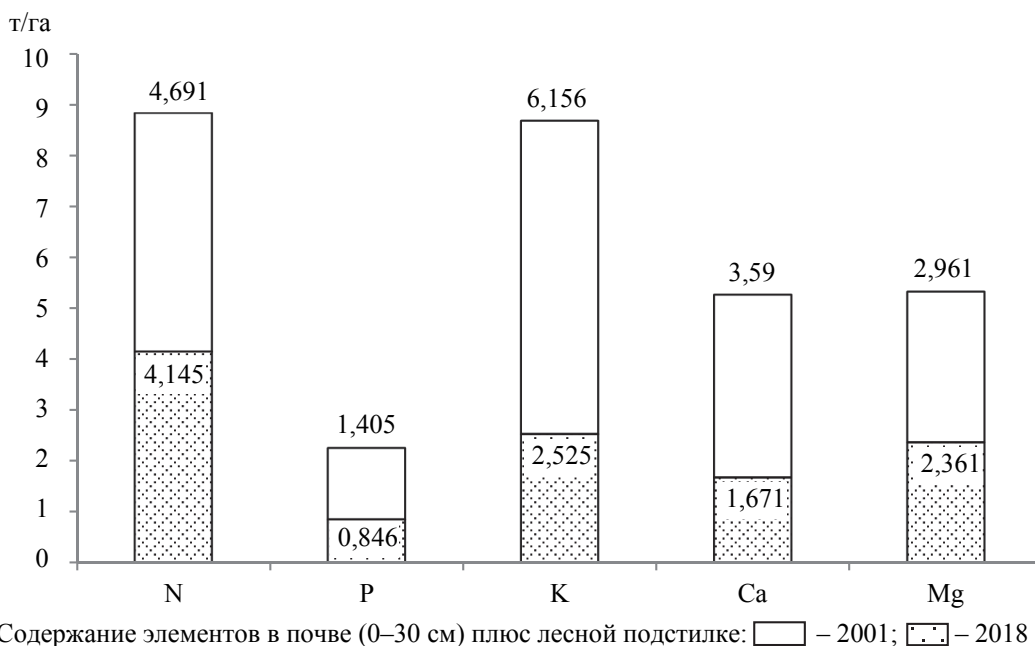


Рис. 2. Динамика элементов почвенного питания в приспевающих (спелых) хвойных насаждениях лесорастительных условий *oxalidos* – *pleuroziosa* – *pteridiosa* – *myrtillosa*

В фитомассе сосновых насаждений, не затронутых усыханием, содержание N, P, K, Ca и Mg за истекшие 17 лет увеличилось до 28%. В фитомассе усыхающих ельников (ППУ 5011 и 5125) содержание азота и зольных элементов уменьшилось на 6,0% в связи с вывозом древесины, заготовленной при санитарных рубках.

Потребление за 2001–2018 гг. сосновыми насаждениями азота и зольных элементов (P, K, Ca, Mg) на образование фитомассы составило около 13000 кг/га (ПП 5186/34 и 5021/29) и 9300 кг/га (ПП 5022/31). На исходный период запасы элементов питания в почве (0–30 см) и лесной подстилке удовлетворяли указанную потребность на 165% (ПП 5186/34), 128% (ПП 5021/29) и 199% (ПП 5022/31).

Как уже отмечалось, запасы элементов питания в почве (0–30 см) и лесной подстилке за 2001–2018 гг. уменьшились, но в менее значительных объемах, чем объемы их потребления. Известно [14], что в верхних горизонтах почвы (до 0,3–0,5 м) сосредоточено около 30–40% общего запаса химических элементов. Значительную часть элементов питания древостой потребляет из более глубоких слоев почвы. В нашем случае из слоев почвы глубиной свыше 30 см использованы для питания азот и зольные элементы насаждениями *Pineta pleuroziosa* – порядка 8200 кг/га (88% от объема потребления), *Pineta pteridiosa* – 6800 кг/га (53%) и *Pineta myrtillosa* – 3200 кг/га (25%).

Потребление лесом элементов питания из верхних слоев почвы также частично восполняется ежегодным поступлением опада, который формирует лесную подстилку. Объемы лесного опада исследованы недостаточно. В зоне смешанных лесов масса опада может составлять в сосняках 2,8–4,3 и ельниках – 3,2–7,0 т/га ежегодно [15, 16]. По этим причинам сокращение азота и зольных элементов в верхних слоях почвы не становится критическим в почвенном питании насаждений. В исследуемых насаждениях запасы азота и зольных элементов перекрывали их годовую потребность в 2001 г. на 15 лет и за семнадцать лет сократились только на шесть – до 9 лет в 2018 г.

Особый интерес на фоне происходящих изменений климата представляет динамика углеродных потоков в лесах традиционного лесохозяйственного воздействия (рис. 3).

На исходный период (2001 год) масса углерода в исследуемых приспевающих насаждениях составляла от 223 до 265 тС/га. За 17-летний период перехода приспевающих в возрастную группу спелых содержание углерода в экосистеме увеличилось на 37–56 тС/га в насаждениях, не подвергнутых усыханию. В условиях низкой интенсивности усыхания деревьев прирост составил порядка 1,3 тС/га (ПП 5011/41). При сильной интенсивности усыхания (ПП 5125) и санитарной вырубке порядка 68% запаса содержание углерода уменьшилось на 39,4 тС/га (минус 18,6%).

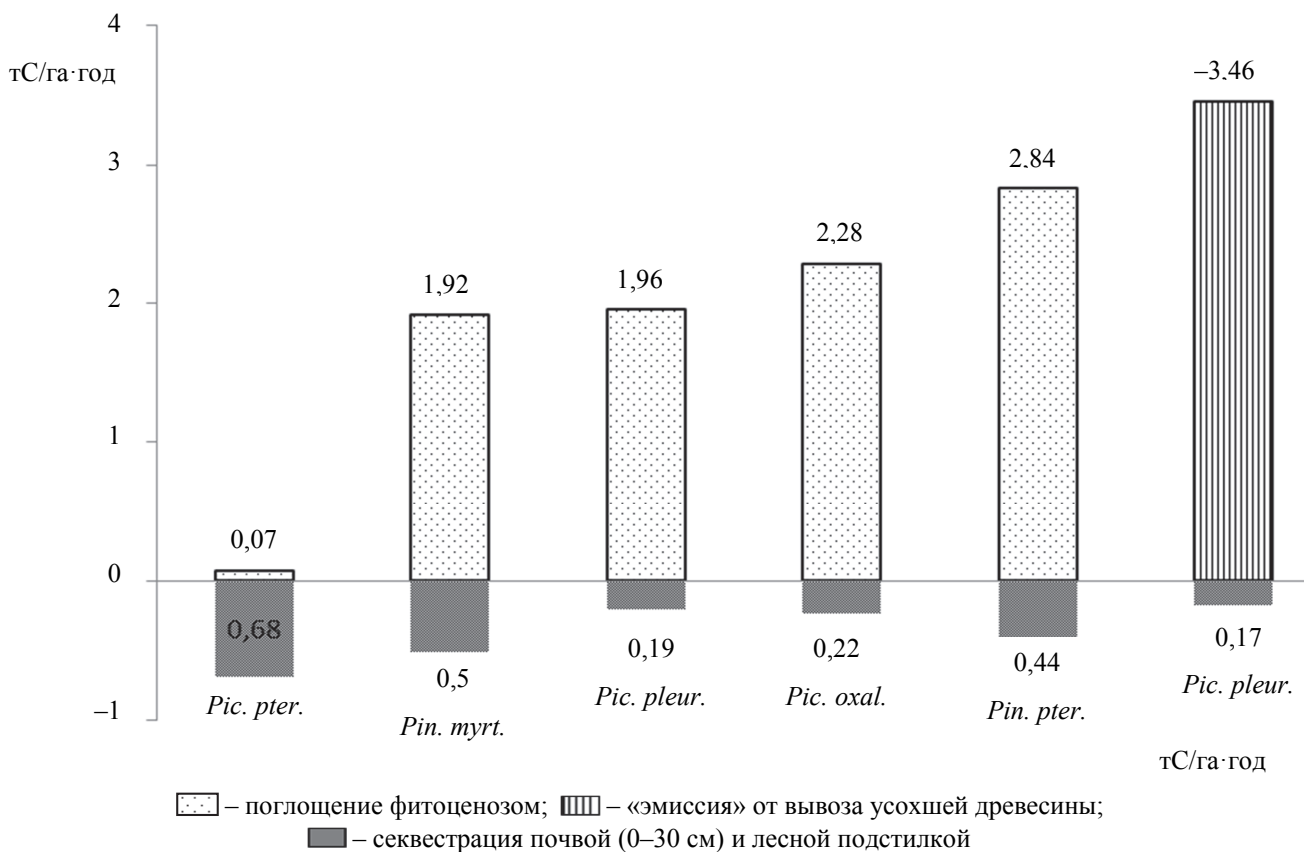


Рис. 3. Углеродные потоки в насаждениях традиционного воздействия на этапе «приспевающие – спелые», 2001–2018 гг.

Заключение. Лесохозяйственная деятельность в нормально развивающихся насаждениях не изменяет сложившуюся динамику лесоводственно-таксационных показателей на этапе перехода возрастных групп приспевающих в спелые древостои.

В условиях наблюдаемого в последние десятилетия усыхания хвойных лесов усиливается отпад, имеет место вырубка запаса в процессе выборочных санитарных рубок. В результате уменьшается изменение запаса, происходит интенсивная «эмиссия» углерода из-за вывоза усохшей древесины.

За истекшие семнадцать лет содержание элементов питания в почве (0–30 см) уменьшилось в среднем в 2,2 раза и незначительно увеличилось (в 1,4 раза) в лесной подстилке. Эти изменения обусловлены потреблением элементов питания древостоем.

Из анализа баланса азота и зольных элементов вытекает, что для удовлетворения своих потребностей древостой поглощает значительные объемы элементов питания из глубоких слоев почвы. По этой причине сокращение азота и зольных элементов в верхних слоях почвы не становится критическим в почвенном питании насаждений. Это подтверждается следующим результатом: в исследуемых древостоях запасы азота и зольных элементов в почве (0–30 см) перекрывали годовую потребность насаждений в 2001 г. примерно на 15 лет, а в 2018 г. – на 9 лет, т. е. сократились только на шесть за истекшие 17 лет.

Из анализа углеродных потоков выявлена важная устойчивая тенденция лесной экосистемы к секвестрации органического углерода в почве и, в меньшей степени, лесной подстилке. Секвестрация наблюдается как в ситуации с нормально функционирующими, так и усыхающими древостоями.

Литература

1. Рожков Л. Н., Ерошкина И. Ф. Влияние длительного хозяйственного воздействия на изменение лесного фонда // Сб. науч. тр. Гомель, 2011. Вып. 71: Проблемы лесоведения и лесоводства. С. 132–145.
2. Рожков Л. Н., Ерошкина И. Ф. Методические подходы к оценке работы лесохозяйственных предприятий по совершенствованию лесного фонда // Лесное и охотничье хозяйство. 2010. № 12 (89). С. 20–24.

3. Рожков Л. Н., Ерошкина И. Ф. Формирование лесной экосистемы Беларуси в послевоенный период // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–26 октября 2012 г. Минск: Минсктип-проект, 2012. С. 205–207.

4. Рожков Л. Н., Ерошкина И. Ф. Сохранение средообразующей функции леса на этапе рубки главного пользования // Сб. науч. трудов по итогам Междунар. науч.-техн. конф. Брянск, 2012. Вып. 31: Актуальные проблемы лесного комплекса. С. 49–53.

5. Ерошкина И. Ф. Особенности трансформации лесного фонда Беларуси с учетом специализации лесохозяйственного предприятия: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Гомель, 2012. 23 с.

6. Усеня В. В., Блинова Н. С. Оценка численности вершинного (*Jps acuminatus* Gyll.) и шестизубчатого (*Jps sexdentatus* Boern.) короедов в сосновых насаждениях с применением феромонных препаратов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 84–88.

7. Рихтер И. Э., Бахур О. В., Климчик Г. Я. Влияние низового пожара разной интенсивности на текущий прирост, потери азота и зольных элементов в сосняке мшистом // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство. 2009. Вып. XVII. С. 113–115.

8. Левковская М. В., Сарнацкий В. В. Влияние лесозаготовительной техники на живой напочвенной покров и некоторые свойства почв сосняков орляковых в результате проведения проходных рубок // Труды БГТУ. 2016. № 1 (183): Лесное хозяйство. С. 42–46.

9. Сарнацкий В. В. Эдафо-фитоценоотические особенности формирования древостоев на вырубках поврежденных и усохших ельников // Труды БГТУ. 2016. № 1 (183): Лесное хозяйство. С. 65–69.

10. Лесоуглеродный ресурс Беларуси / Л. Н. Рожков [и др.]; под общ. ред. Л. Н. Рожкова, И. В. Войтова, А. А. Кулика. Минск: БГТУ, 2018. 247 с.

11. Шиман Д. В., Юшкевич М. В., Клыш А. С. Пути увеличения абсорбции парниковых газов лесами Беларуси // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 42–47.

12. Контракт № BFD/GEF/CQS/16/29–34/18 от 24.08.2018. Мероприятие 3.1.3.3 / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Всемирный Банк // Проект развития лесного сектора Республики Беларусь от 02.04.2015.

13. Забелло К. Л., Соколовский И. В. Азотное питание сосновых насаждений Минско-Борисовского геоботанического района // Лесоведение и лесное хозяйство, 1982. Вып. 17. С. 20–25.

14. Блинцов И. К., Асютин П. Ф. Химический состав и запас лесной подстилки хвойных насаждений на дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах // Лесоведение и лесное хозяйство. 1982. Вып. 17. С. 17–20.

15. Лиханова Н. В. Роль растительного опада в формировании лесной подстилки на вырубках ельников средней тайги // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 3. С. 52–66.

16. Молчанов А. А. Воздействие леса на окружающую среду. М., 1973. 359 с.

References

1. Rozhkov L. N., Yeroshkina I. F. Influence of long-term economic impact on the change of the forest Fund. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific works]. Gomel, 2011, issue 71: Problems of forestry and forestry, pp. 132–145 (In Russian).

2. Rozhkov L. N., Yeroshkina I. F. Methodological approaches to the assessment of the work of forestry enterprises to improve the forest Fund. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2010, no. 12 (89), pp. 20–24 (In Russian).

3. Rozhkov L. N., Yeroshkina I. F. Formation of the forest ecosystem of Belarus in the postwar period. *Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya i ispol'zovaniya biologicheskikh resursov"* [Materials 2nd International Scientific and Practical Conference "Problems of conservation of biological diversity and the use of biological resources"]. Minsk, 2012, pp. 205–207 (In Russian).

4. Rozhkov L. N., Yeroshkina I. F. Preservation of the environment-forming function of the forest at the cutting stage main use. *Sbornik nauchnykh trudov po itogam Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Collection of scientific works on the results of the 2nd International Scientific and Technological Conference]. Bryansk, 2012, issue 31: Actual problems of the forest complex, pp. 49–53 (In Russian).

5. Yeroshkina I. F. *Osobennosti transformatsii lesnogo fonda Belarusi s uchetom spetsializatsii lesokhozyaystvennogo predpriyatiya. Avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk* [Transformation characteristics of the forest

Fund of Belarus taking into account the specialization of forest-related enterprises. Abstract of thesis cand. of agricult. sci.]. Gomel, 2012. 23 p.

6. Usenya V. V., Blinova N. S. Estimation of number vertex (*Jpsacuminatus Gyll.*) and setsubtitle (*Jps sexdentatus Boern.*) bark beetles in pine plantations with the use of pheromone preparations. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2019, no. 1 (216), pp. 84–88 (In Russian).

7. Rikhter I. E., Bakhur O. V., Klimchik G. Ya. Influence of the ground fire of different intensity on the current increase, losses of nitrogen and ash elements in pine forest mossy. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series 1, Forestry, 2009, issue XVII, pp. 113–115 (In Russian).

8. Levkovskaya M. V., Sarnatsky V. V. Influence of logging equipment on living ground cover and some soil properties of eagle pine forests as a result of passing logging. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 1: Forestry, pp. 42–46 (In Russian).

9. Sarnatski V. V. Edapho-phytocenoses peculiarities of formation of forest clearings damaged and destroyed spruce stands. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 1, Forestry, pp. 65–69 (In Russian).

10. Rozhkov L. [et al.]. Under the general editorship of L. Rozhkov, I. Voitau, A. Kulik. *Lesouglerodnyy resurs Belarusi* [Forest carbon Resource of Belarus]. Minsk, BGTU Publ., 2018. 247 p.

11. Shiman D. V., Yushkevich M. V., Klysh A. S. Ways to increase the absorption of greenhouse gases by forests of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2019, no 1 (216), pp. 42–47 (In Russian).

12. Contract no. BFDP/GEF/CQS/16/29-34/18 from 24.08.2018. Activity 3.1.3.3 Ministry of forestry of the Republic of Belarus, educational Institution «Belarusian state technological University», world Bank. *Proyekt razvitiya lesnogo sektora Respubliki Belarus' ot 02.04.2015* [Forest sector development Project of the Republic of Belarus dated 02.04.2015] (In Russian).

13. Zabello K. L., Sokolovski I. V. Nitrogen nutrition of pine plantations of Minsk – Borisov geobotanical district // *Lesovedeniye i lesnoye khozyaystvo* [Proceedings of Dendrology and Forestry], 1982, issue 17, pp. 20–25 (In Russian).

14. Blintsov I. K., Asyutin P. F. Chemical composition and stock of the forest floor of pine plantations on sod-pale-podzolic silty-loamy soils. *Lesovedeniye i lesnoye khozyaystvo* [Proceedings Dendrology and Forestry], 1982, issue 17, pp. 17–20 (In Russian).

15. Likhanova N. V. The role of plant litter in the formation of forest litter in the felling of spruce forests in the middle taiga. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [Proceedings of higher educational institutions. Forest journal], 2014, no. 3, pp. 52–66 (In Russian).

16. Molchanov A. A. *Vozdeystviye lesa na okruzhayushchuyu sredu* [The Impact of Forests on the Environment]. Moscow, 1973. 359 p.

Информация об авторах

Рожков Леонид Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: rozhkov@belstu.by

Шатравко Валентин Геннадьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, первый заместитель Министра лесного хозяйства Республики Беларусь. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь (220048, г. Минск, ул. Мясникова, 39, Республика Беларусь). E-mail: vshatravko@mail.ru

Information about the authors

Rozhkov Leonid Nikolaevich – DSc (Agriculture), Professor, Professor, the Department of Silviculture. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: rozhkov@belstu.by

Shatravko Valentin Gennadievich – PhD (Agriculture), First Deputy Minister of Forestry of the Republic of Belarus. Ministry of Forestry of the Republic of Belarus (39, Myasnikova str., 220048, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vshatravko@mail.ru

Поступила 08.04.2019