

УДК 630*323+631.43

М. В. Левковская¹, В. В. Сарнацкий²¹Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина²Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ
ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ СОСНЯКОВ МШИСТЫХ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОХОДНЫХ РУБОК**

Проведены исследования динамики водно-физических свойств верхних горизонтов почвы: влажности, плотности, твердости, кислотности и концентрации нитратного азота в сосняках мшистых Брестского ГПЛХО, в которых были выполнены проходные рубки различной давности слабой и умеренной интенсивности с использованием многооперационных машин. Твердость верхних горизонтов почвы под воздействием трелевки в технологических коридорах достигает 17 кг/см² в зависимости от давности рубок, превышает твердость почвы на контроле в 1,3–4,0 раза. Увеличение плотности почвы в технологических коридорах колеблется от 1 до 20%.

На вырубке кислотность почвы снижается на 0,1–0,6 и зависит от вида произрастающих растений. В коридорах происходит смена подпологовой растительности на растительность более открытых местообитаний, характерную для более разреженных сосняков, лесных полян, опушек. В зоне коридоров идет интенсивный процесс нитрификации, о чем свидетельствует разрастание растений-нитрофилов. Проведение рубок ухода способствует оздоровлению лесных насаждений, индексы состояния которых находятся в пределах 1,27–1,76.

Ключевые слова: механизированные рубки ухода, плотность, твердость, влажность, кислотность.

M. V. Levkovskaya¹, V. V. Sarnatskiy²¹Brest State University named after A. S. Pushkin²V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus**INFLUENCE OF LOGGING EQUIPMENT ON THE WATER-PHYSICAL PROPERTIES
OF SOIL OF MOSS-COVERED PINE FORESTS AS A RESULT OF THINNINGS**

The effect of mechanized cuttings on dynamics on the moisture, density, hardness, acidity and the concentration of nitrate nitrogen of soils of moss-covered pine forests was studied. The research was carried out in pure and mixed of moss-covered pine forests of Brest region, passed by mechanized thinning of weak and moderate intensity using with multioperational machines. The hardness of the upper horizons of the soil under the influence of logging in the technological corridors reaches 17 kg/cm², depending on the time of thinning, the soil exceeds the hardness of control at 1.3–4.0 times. Increasing the density of the upper soil horizons in the technology corridor ranges from 1 to 20%.

On cutting down the size acidity is reduced on the 0.1–0.6 and depends on a kind of growing plants. As a result of thinning in the moss-covered pine forests in the corridors there is a change of the understory vegetation in the vegetation of open habitats, characteristic for sparse pine forests, forest clearings, forest edges. In the corridors of the area is an intensive process of nitrification, as evidenced by the growth of plant-nitrophilic. Thinning promotes improvement of forest stands, indexes the state which are in pre-affairs 1.27–1.76.

Key words: mechanized thinning, hardness, acidity, live ground cover.

Введение. При современных механизированных лесозаготовках перемещающиеся по лесосеке лесные машины оказывают влияние на почву и поверхностно расположенные корни древесных растений. Основное повреждение лесных почв лесозаготовительными машинами заключается в изменении водно-физических свойств почвенно-растительного покрова, уплотнении почвы, вследствие чего изменяется воздушно-водный режим, нарушается функционирование корневых систем растений. Пористость лесной почвы уменьшается, и это приво-

дит к резкому снижению проникновения воздуха и воды [1–11].

Основная часть. Цель работы – изучить динамику изменения водно-физических свойств верхних горизонтов почвы на волоках и пасеках в сравнении с контрольными вариантами опыта после проведения проходных рубок в сосняках мшистых.

Исследования проведены в 2011–2013 гг. после проходных рубок на 10 пробных площадях (ПП) размером 0,5 га в чистых и смешанных сосняках мшистых (*Pinetum pleuroziosum*)

Брестского ГПЛХО, пройденных рубками ухода и не тронутых ими. При анализе акцент был сделан на давность рубки, которая варьирует от 1 года до 10 лет, что позволило проследить динамику изменения свойств почв.

Для сравнительного анализа влияния механизмов на свойства почвы на пробной площади в зоне технологических коридоров и в пасеках были взяты образцы почвы ненарушенного сложения в верхних горизонтах (50 см).

В полевых условиях определена твердость гумусового горизонта, в лабораторных условиях – влажность, плотность, кислотность и концентрация нитратного азота почвы в технологических коридорах и в пасеках (50 см) [12–14].

Результаты исследований показывают, что при проведении механизированных лесозаготовок водно-физические свойства почвы на волоке подвергаются изменениям (табл. 1–3).

Таблица 1

Содержание нитратов верхних горизонтов почвы

ПП	Год рубки	Горизонт	NO ₃ , мг/кг	
			коридор	пасека
1	2004	A ₁	3,9	4,8
		A ₂	3,8	2,0
2	2004	A ₁	11,6	5,4
		A ₂	3,5	4,2
3	2005	A ₁	5,9	2,0
		A ₂	6,6	7,4
5	2007	A ₁	1,9	7,0
		A ₂	6,4	7,3
6	2009	A ₁	8,4	9,5
		A ₂	4,1	6,6
8	2011	A ₁	1,5	7,4
		A ₂	2,7	8,5
9	Контроль	A ₁	7,1	
		A ₂	6,6	
10	Контроль	A ₁	17,2	
		A ₂	11,6	

Концентрация нитратного азота верхних горизонтов почвы определялась для смешанных образцов в 2011 г. При увеличении давности рубки на волоках более интенсивно протекают процессы нитрификации. Различия в концентрации нитратов в гумусовом горизонте почвы на ПП 1–3 на волоках и контроле являются статистически достоверными.

Почвы характеризуются кислой реакцией среды. Кислотность верхних горизонтов почвы на исследуемых ПП в 2011 г. в пасеке варьирует от 3,85 до 5,47; на волоке – от 3,85 до 5,45; в 2013 г. показатели кислотности снижаются в пасеке и варьируют от 3,4 до

5,31; на волоке – от 3,77 до 4,83, различия в значении рН между 2011 и 2013 гг. на волоке и пасеке достоверны. Проведенные исследования показали, что на вырубке кислотность почвы снижается на 0,1–0,6 и зависит от вида произрастающих растений. При увеличении давности рубки (2013 г.) разница возрастает до 0,9 (ПП 2).

Таблица 2

Изменение кислотности почвы после рубок ухода

ПП	Год рубки	Отбор проб	Горизонт	рН	
				коридор	пасека
1	2004	2011	A ₁	5,10 ± 0,1	5,10 ± 0,1
			A ₂	5,20 ± 0,1	5,45 ± 0,1
		2013	A ₁	4,19 ± 0,1	4,15 ± 0,2
			A ₂	4,44 ± 0,2	4,54 ± 0,1
2	2004	2011	A ₁	5,25 ± 0,2	5,09 ± 0,1
			A ₂	5,12 ± 0,2	5,16 ± 0,1
		2013	A ₁	4,78 ± 0,1	3,91 ± 0,1
			A ₂	4,71 ± 0,1	4,22 ± 0,1
3	2005	2011	A ₁	4,89 ± 0,1	4,98 ± 0,1
			A ₂	5,29 ± 0,2	5,47 ± 0,2
		2013	A ₁	3,98 ± 0,1	4,68 ± 0,2
			A ₂	4,88 ± 0,2	5,31 ± 0,2
4	2005	2011	A ₁	4,45 ± 0,1	4,44 ± 0,2
			A ₂	4,49 ± 0,2	4,64 ± 0,1
		2013	A ₁	4,16 ± 0,1	4,15 ± 0,1
			A ₂	4,54 ± 0,1	4,69 ± 0,1
5	2007	2011	A ₁	5,08 ± 0,1	5,13 ± 0,1
			A ₂	4,66 ± 0,1	4,85 ± 0,2
		2013	A ₁	4,11 ± 0,1	4,19 ± 0,1
			A ₂	4,57 ± 0,2	4,61 ± 0,2
6	2009	2011	A ₁	4,83 ± 0,2	4,61 ± 0,2
			A ₂	5,09 ± 0,2	4,76 ± 0,2
		2013	A ₁	3,47 ± 0,1	3,4 ± 0,1
			A ₂	4,48 ± 0,2	4,6 ± 0,2
7	2010	2011	A ₁	3,85 ± 0,1	3,85 ± 0,1
			A ₂	4,52 ± 0,2	4,27 ± 0,1
		2013	A ₁	3,77 ± 0,1	3,79 ± 0,1
			A ₂	4,56 ± 0,2	4,41 ± 0,2
8	2011	2011	A ₁	4,8 ± 0,2	4,64 ± 0,2
			A ₂	5,45 ± 0,2	4,87 ± 0,2
		2013	A ₁	4,31 ± 0,1	4,16 ± 0,1
			A ₂	4,83 ± 0,2	4,58 ± 0,2
9	Контроль	2011	A ₁	5,14 ± 0,1	
			A ₂	4,99 ± 0,1	
		2013	A ₁	4,58 ± 0,1	
			A ₂	4,89 ± 0,1	
10	Контроль	2011	A ₁	4,57 ± 0,1	
			A ₂	4,70 ± 0,1	
		2013	A ₁	3,68 ± 0,1	
			A ₂	3,80 ± 0,1	

Динамика водно-физических свойств верхних горизонтов почвы при рубках ухода

ПП	Год рубки	Отбор проб	Горизонт почвы	Влажность, %		Плотность, г/см ³		Твердость, кг/см ²	
				Коридор	Пасека	Коридор	Пасека	Коридор	Пасека
1	2004	2011	A ₁	6,37 ± 0,32	9,28 ± 0,46	0,98 ± 0,03	0,92 ± 0,05	16,6 ± 0,82	5,52 ± 0,22
			A ₂	3,14 ± 0,15	4,98 ± 0,22	1,14 ± 0,05	0,97 ± 0,01	–	–
		2013	A ₁	10,91 ± 0,3	10,47 ± 0,09	1,28 ± 0,03	1,27 ± 0,05	9,9 ± 0,44	3,65 ± 0,15
			A ₂	7,66 ± 0,09	6,30 ± 0,21	1,48 ± 0,05	1,41 ± 0,01	–	–
2	2004	2011	A ₁	8,76 ± 0,44	7,23 ± 0,35	1,28 ± 0,03	1,27 ± 0,05	6,13 ± 0,23	2,17 ± 0,03
			A ₂	5,91 ± 0,25	5,8 ± 0,19	1,48 ± 0,05	1,41 ± 0,01	–	–
		2013	A ₁	10,61 ± 0,14	11,04 ± 0,35	1,22 ± 0,03	1,13 ± 0,02	7,82 ± 0,36	5,42 ± 0,44
			A ₂	7,39 ± 0,28	7,16 ± 0,07	1,32 ± 0,05	1,36 ± 0,03	–	–
3	2005	2011	A ₁	8,78 ± 0,14	10,41 ± 0,35	0,92 ± 0,03	0,9 ± 0,02	11,7 ± 0,6	4,65 ± 0,17
			A ₂	5,28 ± 0,05	5,7 ± 0,29	1,04 ± 0,4	0,94 ± 0,03	–	–
		2013	A ₁	6,89 ± 0,06	8,84 ± 0,36	1,23 ± 0,02	1,15 ± 0,03	11,92 ± 0,66	6,04 ± 0,31
			A ₂	4,74 ± 0,03	5,91 ± 0,1	1,39 ± 0,03	1,39 ± 0,04	–	–
4	2005	2011	A ₁	5,85 ± 0,26	5,34 ± 0,16	1,35 ± 0,05	1,24 ± 0,05	11,92 ± 0,57	4,4 ± 0,22
			A ₂	4,78 ± 0,20	4,08 ± 0,18	1,46 ± 0,01	1,31 ± 0,07	–	–
		2013	A ₁	7,03 ± 0,18	8,38 ± 0,16	1,38 ± 0,02	1,42 ± 0,03	8,9 ± 0,44	3,75 ± 0,14
			A ₂	5,98 ± 0,30	5,15 ± 0,04	1,40 ± 0,04	1,34 ± 0,07	–	–
5	2007	2011	A ₁	6,93 ± 0,34	9,31 ± 0,41	0,98 ± 0,03	0,97 ± 0,02	14 ± 0,51	5,37 ± 0,33
			A ₂	5,05 ± 0,24	6,9 ± 0,17	1,11 ± 0,4	1,09 ± 0,03	–	–
		2013	A ₁	5,43 ± 0,16	5,68 ± 0,1	1,36 ± 0,02	1,26 ± 0,03	16,14 ± 0,44	8 ± 0,31
			A ₂	3,54 ± 0,02	5,89 ± 0,03	1,46 ± 0,03	1,42 ± 0,04	–	–
6	2009	2011	A ₁	8,15 ± 0,13	9,78 ± 0,46	0,94 ± 0,03	0,90 ± 0,04	13,74 ± 0,58	4,67 ± 0,31
			A ₂	5,73 ± 0,24	4,3 ± 0,09	1,15 ± 0,05	1,04 ± 0,01	–	–
		2013	A ₁	9,74 ± 0,31	8,43 ± 0,19	1,35 ± 0,03	1,34 ± 0,05	12,92 ± 0,41	6,6 ± 0,3
			A ₂	7,08 ± 0,16	6,3 ± 0,14	1,26 ± 0,05	1,18 ± 0,01	–	–
7	2010	2011	A ₁	6,04 ± 0,30	9,66 ± 0,23	1,27 ± 0,04	1,16 ± 0,025	17 ± 0,55	4,89 ± 0,23
			A ₂	4,92 ± 0,25	5,08 ± 0,16	1,42 ± 0,05	1,41 ± 0,07	–	–
		2013	A ₁	9,75 ± 0,24	8,17 ± 0,19	1,14 ± 0,02	1,24 ± 0,02	13,1 ± 0,48	5,6 ± 0,21
			A ₂	6,32 ± 0,18	6,37 ± 0,13	1,53 ± 0,03	1,36 ± 0,06	–	–
8	2011	2011	A ₁	7,83 ± 0,36	9,85 ± 0,43	0,91 ± 0,02	0,91 ± 0,02	13,33 ± 0,66	5,85 ± 0,29
			A ₂	5,1 ± 0,15	5,6 ± 0,19	1,08 ± 0,03	1 ± 0,03	–	–
		2013	A ₁	7,34 ± 0,16	9,8 ± 0,11	1,2 ± 0,06	1,11 ± 0,01	11,5 ± 0,5	7 ± 0,5
			A ₂	5,65 ± 0,2	11,38 ± 0,57	1,08 ± 0,04	1 ± 0,02	–	–
9	Без ухода	2011	A ₁	9,29 ± 0,16		0,93 ± 0,16		6,05 ± 0,17	
			A ₂	6,96 ± 0,06		1,11 ± 0,15		–	
		2013	A ₁	6,78 ± 0,06		1,21 ± 0,02		6,16 ± 0,31	
			A ₂	6,4 ± 0,07		1,29 ± 0,02		–	
10	Без ухода	2011	A ₁	8,07 ± 0,08		1,01 ± 0,01		4,72 ± 0,22	
			A ₂	7,19 ± 0,26		1,09 ± 0,02		–	
		2013	A ₁	10,68 ± 0,10		0,98 ± 0,01		4,1 ± 0,15	
			A ₂	10,18 ± 0,34		1 ± 0,02		–	

Установлено, что кислотность почвы оказывает влияние как на рост растений, так и на их видовой состав. Изменение светового режима способствует произрастанию на вырубке растений, не характерных для древостоя. На изменение реакции почвенной среды оказывают влияние продукты разложения лесной подстилки после вырубki древостоя, так как поверхность почвы интенсивней прогревается и освещается, а также корневые выделения травянистых растений. Отмечено преобладание дернового процесса над подзолистым, что вполне согласуется

с результатами исследований, выполненных в других регионах Беларуси [15].

Полученные результаты свидетельствуют, что влажность почвы в коридоре ниже, чем на пасеке. В связи с рубкой технологических коридоров и работой на них лесозаготовительной техники происходит увеличение количества осадков, достигающих поверхности почвы, и усиление интенсивности испарения. Уплотнение почвы в коридорах может привести к снижению ее пористости, водопроницаемости, изменению водного режима и затруднению про-

никновения влаги, снижению инфильтрационной способности почв коридора.

Определены изменения твердости гумусового горизонта. Возрастание твердости почвы под воздействием трелевки наблюдается до 17 кг/см^2 (в 1,5–3,5 раза по сравнению с пасекой и в 1,3–4 раза выше контроля) (табл. 3).

Через год после проведения рубки на ПП 7 твердость почвы в коридоре превышает показатели пасеки в 3,5 раза, на ПП 8 – в 2,3 раза, а через 3 года на ПП 7 – в 2,3 раза, на ПП 8 – в 1,7 раза. Относительно более благоприятные условия складываются на вырубках, достигающих возраста 8–9 лет (ПП 1–3). В 2013 г. происходит уменьшение твердости почвы, что свидетельствует об обратимости процесса ее уплотнения.

Плотность верхних горизонтов почвы на исследуемых ПП в пасеке варьирует от 0,9 до $1,42 \text{ г/см}^3$, на волоке – от 0,9 до $1,5 \text{ г/см}^3$ (табл. 3). Выявлено, что плотность почвы на волоке увеличилась в 1,1–1,4 раза по сравнению с пасекой и контрольными участками.

Со временем разница в плотности почвы в коридоре и пасеке уменьшается на вырубках, достигающих возраста 8–9 лет (ПП 1–3). Происходит уменьшение плотности почвы, что свидетельствует об обратимости процесса ее уплотнения.

Для оценки состояния исследуемых насаждений рассчитывали средневзвешенную категорию состояния для каждой пробной площади по жизнеспособности деревьев. Степень деформации крон деревьев господствующего яруса изучали визуально. Распределение по категориям состояния деревьев произошло на основе подсчета количества деревьев, имеющих ту или иную степень изреженности кроны с расчетом процентных соотношений.

На основании расчета индекса состояния древостоя на пробных площадях равен: 1 – 1,27; 2 – 1,44; 3 – 1,76; 4 – 1,67; 5 – 1,46; 6 – 1,37; 7 – 1,51; 8 – 1,32; на контроле – 2,1 и 2,2. Исследуемые насаждения, пройденные рубками ухода, квалифицируются как здоровые.

Индекс состояния древостоя контрольного участка без ухода равен 2,1 и 2,2, что свидетельствует о его ослаблении.

Из анализа следует, что показатели средней категории состояния деревьев в сосняках мшистых, пройденных рубками ухода, существенно

не различаются между собой (1,27–1,76). Средневзвешенная категория состояния деревьев на большинстве вариантов опыта не превышает 1,5. По лесопатологическому состоянию исследуемые сосновые насаждения на всех пробных площадях по существующей классификации относятся к категории насаждений с ненарушенной биологической устойчивостью, с преобладанием деревьев без признаков ослабления. И лишь на контрольных участках наблюдается значительное снижение этого показателя (2,15). Рассмотрим распределение деревьев по категориям состояния на ПП и контроле.

При оценке санитарного состояния сосняка мшистого через 7 лет после рубки (ПП 1) количество сухостоя невелико (всего 2,7%), число здоровых деревьев сосны составляет 88,5%, ослабленных – 8,7%. В целом индекс состояния всего древостоя равен 1,27, при этом насаждение квалифицируется как здоровое.

Количество деревьев без признаков ослабления, составляющих основной полог насаждения, на контрольном участке без ухода (ПП 9) достигает 63% от общего количества. Запас сухостояных деревьев достиг 16% и только на пробных площадях, на которых была проведена рубка, запас сухостоя не превышает 4,5%. Число деревьев, находящихся в различной стадии ослабления, на контроле составляет 20%.

В результате своевременных рубок количество сильно ослабленных, усыхающих и сухостояных деревьев за анализируемый период существенно ниже показателей контрольного участка без ухода.

Заключение. В результате движения агрегатной лесозаготовительной техники по технологическому коридору почва уплотняется, увеличивается ее твердость, с увеличением давности рубки происходит уменьшение этого показателя, что свидетельствует об обратимости процесса. При повышении твердости почвы уменьшаются пористость, аэрация, влажность.

На технологических коридорах кислотность почвы снижается на 0,1–0,6 в сравнении с пасекой и контролем при значительной давности рубки. Индекс состояния древостоя контрольных участков без ухода выше 2, что свидетельствует о его ослаблении. Проведение рубок ухода способствует оздоровлению лесных насаждений, индекс состояния которых не превышает 1,5–1,7.

Литература

1. Дручинин Д. Ю. Повреждение лесной почвенно-растительной среды при проведении лесозаготовительных работ: материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Лесозаготовительное производство: проблемы и решения». Минск, 2017. С. 84–87.
2. Прогнозирование осадки и плотности лесной почвы после прохода гусеничных машин / В. А. Ермичев [и др.]. // Лесной журнал. 2006. № 2. С. 49–52.

3. Федоренчик А. С., Меркуль Г. В., Соколовский И. В. Типизация лесных территорий Беларуси для разработки требований по организации и проведению лесосечных работ // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 1999. Вып. VII. С. 8–12.
4. Лой В. Н. Оценка воздействия движителей лесных трелевочных машин «Беларус» на лесной почвогрунт // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2000. Вып. VIII. С. 63–68.
5. Григорьев А. И., Насенник А. Г., Рожков Л. Н., Юшкевич М. В. Экологическая оценка технологий рубок ухода, проводимых в Негорельском учебно-опытном и Бегомльском лесхозах // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2002. Вып. XI. С. 195–196.
6. Федоренчик А. С., Турлай И. В. Харвестеры: учеб. пособие для студентов вузов. Минск: БГТУ, 2002. 172 с.
7. Рожков Л. Н. Формирование целевых сосновых древостоев рубками // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2003. Вып. XI. С. 8–13.
8. Федоренчик, А. С., Протас П. А. Повреждение корней деревьев движителями лесозаготовительных машин при проведении несплошных рубок леса // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2005. Вып. XIII. С. 26–27.
9. Юшкевич М. В. Методика экологической оценки технологий рубок леса // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2005. Вып. XIII. С. 86–88.
10. Климчик Г. Я., Симанович В. А., Бахур О. В. Трансформация почв сосняков в связи с использованием различных машин и механизмов // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2008. Вып. XVI. С. 160–163.
11. Климчик Г. Я., Пашкевич Л. С., Мухуров Л. И. Влияние проходных рубок на живой напочвенный покров сосняков // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2009. Вып. XVII. С. 52–54.
12. Блинцов И. К., Забелло К. Л. Практикум по почвоведению: учеб. пособие. Минск: Выш. шк., 1979. 207 с.
13. Почвы. Методы определений удельной электропроводности, рН и плотного остатка водной вытяжки: ГОСТ 26423-85. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 7 с.
14. Методика выполнения измерений концентраций азота нитратного фотометрическим методом с салицилатом натрия // Методы исследования качества воды и водоемов. М.: Медицина, 1990. С. 84–85.
15. Климчик Г. Я., Соколовский И. В. Трансформация и восстановление почвы сосняков, пройденных рубками // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2007. Вып. XV. С. 108–112.

References

1. Druchinin D. Yu. [Damage of the forest soil and plant environment at carrying out forest harvesting operations]. *Materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. ("Lesozagotovitel'noye proizvodstvo: problemy i resheniya")* [Materials of International scientific-technical conference ("Logging industry: problems and solutions")]. Minsk, 2017, pp. 84–87 (In Russian).
2. Ermichev V. A., Lobanov V. N., Krivchenkova G. N., Artemov A. V. Forecasting the draft and density of forest soil after the passage of tracked machines. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 2006, no. 2, pp. 49–52 (In Russian).
3. Fedorenchik A. S., Merkul' G. V., Sokolovskiy I. V. Typing forest areas of Belarus to develop the requirements for organizing and conducting logging activities. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 1999, issue VII, pp. 8–12 (In Russian).
4. Loy V. N. Assessment of the impact of wheel wood machines "Belarus" on forest soil. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2000, issue VIII, pp. 63–68 (In Russian).
5. Grigor'ey A. I., Nasennik A. G., Rozhkov L. N., Yushkevich M. V. The ecological estimation of technologies of the improvement fellings, which was held by the Nehoreloe forestry and Behoml forestry. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2002, issue XI, pp. 195–196 (In Russian).
6. Fedorenchik A. S., Turlyay I.V. *Kharvestery* [Harvesters]. Minsk, BGTU Publ., 2002. 172 p.
7. Rozhkov L. N. Formation of pine stand by thinning. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2003, issue XI, pp. 8–13 (In Russian).
8. Fedorenchik A. S., Protas P. A. Damage rate of the tree roots by forestry machines when carrying out incomplete felling. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2005, issue XIII, pp. 26–27 (In Russian).
9. Yushkevich M. V. The ecological estimation methodic of technologies of the fellings. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2005, issue XIII, pp. 86–88 (In Russian).
10. Klimchik G. Ya., Simanovich V. A., Bakhur O. V. Transformation of soils of pine due of using of various logging technical equipment and mechanisms. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2008, issue XVI, pp. 160–163 (In Russian).

11. Klimchik G. Ya., Pashkevich L. S., Muhurov Influence of cutting on the live ground cover of pine forests. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, series I, Forestry, 2009, issue XVII, pp. 52–54 (In Russian).
12. Blintsov I. K. *Praktikum po pochvovedeniyu* [Workshop on soil science]. Minsk, Vysh. shk. Publ., 1979. 207 p.
13. GOST 26423-85 Soils. Methods for determination of conductivity, pH, and the solid residue of the aqueous extract. Moscow, State. Committee of the USSR for Standards Publ., 1985. 7 p. (In Russian)
14. The method for measuring the concentration of nitrate nitrogen by the photometric method with sodium salicylate. *Metody issledovaniya kachestva vody i vodoemov* [Methods of water quality and water research]. Moscow, Meditsina Publ., 1990, pp. 84–85 (In Russian)
15. Klimchik G. Ya., Sokolovskiy I. V. Transformation and restoration of soils of pine after cuttings. *Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]*, 2007, series I, Forestry, issue XV, pp. 108–112 (In Russian).

Информация об авторах

Левковская Марина Викторовна – старший преподаватель кафедры ботаники и экологии. Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина (224016, г. Брест, б-р Космонавтов, 21, Республика Беларусь). E-mail: lemarivik@mail.ru

Сарнацкий Владимир Валентинович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, Республика Беларусь). E-mail: sarnatsky1@tut.by

Information about the authors

Levkovskaya Marina Viktorovna – Senior Lecturer, the Department of Botany and Ecology. Brest State University named after A. S. Pushkin (21, blvd. of Kosmonavtov, 224016, Brest, Republic of Belarus). E-mail: lemarivik@mail.ru

Sarnatskiy Vladimir Valentinovich – DSc (Biology), Chief Researcher fellow. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sarnatsky1@tut.by

Поступила 31.03.2018