

УДК 630*182.2; 630*551.521

А. М. Потапенко, Н. И. Булко, А. К. Козлов

Институт леса Национальной академии наук Беларуси

**СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ВОЗРАСТА
В ДАЛЬНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ВЫПАДЕНИЙ**

Выполнена оценка санитарного состояния сосновых насаждений различных классов возраста на 27 пробных площадях тринадцати объектов, заложенных в 1991–2006 годах на территории дальней зоны чернобыльских выпадений в сосновых насаждениях II–IV классов возраста при плотности загрязнения ^{137}Cs в них 15–36 Ки/км². Санитарное состояние высокозагрязненных сосновых насаждений спустя 30 лет после аварии существенно ухудшилось по сравнению с доаварийным периодом. На устойчивость сосновых насаждений существенное влияние оказывает их возраст: с увеличением возраста насаждений средний индекс жизненного состояния деревьев сосны в зонах радиоактивного загрязнения свыше 15 Ки/км² увеличивается с 21,61 до 38,00%. По состоянию на 2016 год сосновые насаждения II класса возраста по санитарному состоянию распределялись на сильно ослабленные (42,8%) и усыхающие (57,2%); III класса возраста – на сильно ослабленные (50%) и усыхающие (50%); IV класса возраста – на ослабленные (12%), сильно ослабленные (88,0%).

Ключевые слова: сосновые насаждения, сукцессия, состояние насаждений, классы возраста древостоя, радиоактивное загрязнение, авария на ЧАЭС, устойчивость.

A. M. Potapenko, N. I. Bulko, A. K. Kozlov

Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus

**CONDITION OF PINE FOREST STANDS OF VARIOUS CLASSES
OF AGE IN THE DISTANT ZONE OF THE CHERNOBYL FALLOUT**

We have made the assessment of the sanitary condition of pine plantations of various classes of age in 27 trial areas of thirteen objects, laid in 1991–2006 on the territory of the distant zone of the Chernobyl fallout in pine plantations of the II–IV classes of age with the pollution ^{137}Cs density of 15–36 Ku/sq.km in them. The sanitary condition of the high-polluted pine plantations later after the accident has significantly worsened within 30 years in comparison with the pre-accident period. The stability of pine plantations is significantly influenced by their age: with the increase in the age of plantations the average index of the vital condition of trees of the pine in zones with radioactive pollution over 15 Ku/sq.km increases from 21.61 to 38.00%. As of 2016 plantations of the II class of age according to the sanitary state were divided into strongly weakened (42.8%) and drying out (57.2%); the III class of age – into strongly weakened (50%) and drying out (50%); the IV class of age – into weakened (12%), strongly weakened (88.0%).

Key words: pine plantations, succession, condition of plantations, classes of age of a forest stand, radioactive pollution, the CNPP accident, stability.

Введение. В дочернобыльский период леса Беларуси характеризовались высоким уровнем ведения лесного хозяйства. Рубки ухода производились регулярно, по установленным периодам, отличались довольно высокой интенсивностью. Вследствие этого из насаждений периодически изымались деревья низших категорий состояния. В итоге в своем большинстве, особенно сосновые насаждения, имели повышенные индексы состояния.

Спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС структура лесов в дальней зоне чернобыльских выпадений на территориях зон с загрязнением свыше 15 Ки/км² претерпела существенные изменения, обусловленные трансформацией земель лесного фонда вследствие передачи части лесов от лесхозов Минлесхоза в ПГРЭС, пере-

дачи в лесной фонд высоко загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных земель и их облесения, перераспределения лесных земель по зонам загрязнения из-за распада радионуклидов. Проведенное в 2014–2015 годах в рамках НИР «Обеспечение аналитическими данными концепции содержания зон отселения Гомельской и Могилевской областей» [1] изучение структуры лесного фонда в дальней зоне чернобыльских выпадений показало, что в настоящее время в зонах с загрязнением свыше 15 Ки/км² в лесхозах Гомельского и Могилевского ГПЛХО хвойные леса занимают 57,5%, мягколиственные – 29,5%, твердолиственные – 5,9%. Из хвойных на сосновые леса приходится 90,9%, в том числе на молодняки сосны – 29,5%. Значительная их часть – лесные культуры.

Масштабное загрязнение территории Республики Беларусь в результате аварии на ЧАЭС существенно сказалось на ведении лесного хозяйства, рациональном использовании лесов, их устойчивости. Ограничения на проведение рубок в лесах с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 15 Ки/км² привели к накоплению валежа и сухостоя в хвойных лесах, доля которых составляет в зонах свыше 15 Ки/км² 57%. Накопление запасов отпада привело к захламленности насаждений, потере ими устойчивости, развитию очагов первичных и вторичных вредителей.

В настоящее время существует множество методов оценки сукцессионных процессов [2–5]. Все они в своей основе используют признаки состояния растительных сообществ, а остальные компоненты экосистем рассматриваются как дополнительные характеристики.

Происходящие в высокозагрязненных сосновых лесах дальней зоны чернобыльских выпадений сукцессионные процессы в значительной мере не вызываются радиационным фактором, а обусловлены отсутствием в них хозяйственной деятельности. Следовательно, эти процессы относятся к экодинамическому типу сукцессий [6], обусловливающему упрощение биотопов, снижение биоразнообразия фитоценозов и их структуры и, в конечном счете, разрушение сложившихся на момент аварии природных комплексов.

Основная часть. Проведение исследований на заложенных нами 20–30 лет назад объектах в зонах радиоактивного загрязнения позволит установить особенности сукцессионных процессов в сосновых насаждениях, подвергшихся сильному радиоактивному загрязнению. Необходимо отметить, что корректность данного утверждения подтверждается и тем, что длительные наблюдения, проводимые нами на объектах, заложенных в этих лесах после аварии на ЧАЭС, относятся к категории *long-term* согласно решению специальной рабочей группы Международной геоботанической ассоциации (IAVS) [7] и позволяет легитимно оценивать происходящие в них сукцессионные процессы.

Цель работы: изучить состояние и ход сукцессионных процессов в высокозагрязненных радионуклидами сосновых насаждениях различных классов возраста в отдаленный послеварийный период.

Объектами исследований являлись высокозагрязненные радионуклидами сосновые насаждения в дальней зоне чернобыльских выпадений в ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз» Гомельского ГПЛХО.

Исследования проводились на 27 пробных площадях тринадцати объектов, заложенных

в 1991–2006 годах на территории дальней зоны чернобыльских выпадений в сосновых насаждениях II–IV классов возраста при плотности загрязнения почвы ^{137}Cs в них 15–36 Ки/км² (табл. 1).

На каждой пробной площади по общепринятым методикам [8–10] определялись таксационные характеристики насаждений (диаметр, высота, сумма площадей поперечного сечения, запас, полнота, бонитет), которые сравнивались с таксационными характеристиками этих насаждений на момент закладки объектов в 1991–2005 годах [11, 12].

К настоящему времени оценка состояния древостоев базируется чаще всего на расчетах индекса состояния [13], либо индекса жизненного состояния [14]. При этом за основу берутся показатели повреждения деревьев и степени дефолиации [9]. На основе этих показателей производится оценка состояния древостоев.

Санитарное состояние древостоев на пробных площадях оценивалось по двум показателям: индексу состояния [13] и по индексу жизненного состояния [14].

По данным исследования В. В. Степанчика, А. И. Василенко [15] на контрольных объектах в районе Гомеля и Мозыря, входивших в систему объектов для мониторинга техногенного загрязнения воздушной среды в лесу и попавших в зону радиоактивного загрязнения, сосновые насаждения характеризовались преобладанием здоровых и ослабленных древостоев. При этом древостои сосны II класса возраста относились к категории ослабленные (82%), реже – сильно ослабленные (18%), а III класса возраста оценивались как здоровые (27%) и ослабленные (73%).

По состоянию на 2016 год в сосняках мшистых на исследуемых объектах в зоне радиоактивного загрязнения ^{137}Cs свыше 15 Ки/км² основная масса деревьев сосны относилась к 3-й и 4-й категориям состояния, т. е. сильно ослабленные и усыхающие (табл. 1).

Оценка санитарного состояния сосновых насаждений различных классов возраста показала, что сосняки, возраст которых на начало исследований составлял 25–35 лет (молодняки II класса возраста), в настоящее время по средним показателям соответствуют категории усыхающие (категория состояния – 4).

Отмечается дефолиация более 1/2 кроны сосны, усыхание ветвей в верхней и средней частях более 50%. Наибольшее распространение в древостоях имеют сильно ослабленные деревья. Их количество варьирует от 21,6% (от общего количества деревьев сосны) на ПП ВБ2–2, до 66,6% – на ПП ВБ2–1. Средний индекс жизненного состояния (ИЖС) сосны составлял 21,6%.

Таблица 1

Показатели устойчивости сосны обыкновенной в насаждениях разных классов возраста на пробных площадях спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС (фрагмент)

Номер ПП	Возраст древостоя, лет		Всего деревьев, шт./%	Категория санитарного состояния						Индекс состояния/индекс жизненного состояния
	на момент закладки ПП	на 2016 год		1	2	3	4	5	6	
Г4-1	25	33	88/100,0	–	–	67	10	4	7	3,44/31,02
				0,0	0,0	76,1	11,4	4,5	8,0	
Г3-4	25	33	52/100,0	–	–	38	4	3	7	3,60/29,62
				0,0	0,0	73,1	7,7	5,8	13,5	
ВБ2-1	31	50	30/100,0	–	–	20	5	–	5	3,67/27,50
				0,0	0,0	66,6	16,7	0,0	16,7	
ВБ2-2	31	50	51/100,0	–	–	11	11	5	24	4,82/9,71
				0,0	0,0	21,6	21,6	9,8	47,1	
ВБ2-3	31	50	51/100,0	–	–	18	11	2	20	4,47/15,20
				0,0	0,0	35,3	21,6	3,9	39,2	
ВБ2-4	31	50	49/100,0	–	–	22	14	–	13	4,08/19,39
				0,0	0,0	44,8	28,6	0,0	26,5	
К4-2	35	45	248/100,0	–	–	109	64	7	68	4,14/18,87
				0,0	0,0	44,0	25,8	2,8	27,4	
Г-4	40	54	101/100,0	–	1	61	12	5	22	3,86/25,45
				0,0	1,0	60,4	11,9	5	21,8	
П4-1	45	65	20/100,0	–	–	7	6	–	7	4,35/15,50
				0,0	0,0	35,0	30,0	0,0	35,0	
П4-2	45	65	22/100,0	–	–	4	5	3	10	4,86/8,41
				0,0	0,0	18,2	22,7	13,6	45,5	
П4-3	45	65	16/100,0	–	–	7	5	–	4	4,06/19,06
				0,0	0,0	43,8	31,3	0,0	25,0	
П4-4	45	65	16/100,0	–	–	1	5	–	10	5,19/4,06
				0,0	0,0	6,3	31,3	0,0	62,5	
Пк-1	55	72	80/100,0	–	1	34	13	–	32	4,35/18,69
				0,0	1,3	42,5	16,3	0,0	40,0	
Пк-2	55	72	93/100,0	–	4	65	2	1	21	3,68/31,08
				0,0	4,3	70,0	2,2	1,1	22,6	
Пк-3	55	72	80/100,0	–	–	50	2	2	26	4,05/25,13
				0,0	0,0	62,5	2,5	2,5	32,5	
П6-2	50	72	234/100,0	–	11	133	32	4	54	3,82/26,71
				0,0	4,7	56,9	13,7	1,7	23,1	
П-1	56	80	98/100,0	–	11	42	21	–	24	3,84/26,07
				0,0	11,2	42,8	21,4	0,0	24,5	
П-2	56	80	158/100,0	–	8	56	40	–	54	4,23/18,99
				0,0	5,1	35,5	25,3	0,0	34,2	
П-3	56	80	295/100,0	–	55	106	62	4	68	3,74/28,47
				0,0	18,6	35,9	21,0	1,4	23,1	
Пн3-2	60	70	161/100,0	–	–	106	23	–	32	3,74/28,47
				0,0	0,0	65,8	14,3	0,0	19,9	
В-1	70	92	73/100,0	1	40	12	4	6	10	3,05/46,58
				1,4	54,8	16,4	5,5	8,2	13,7	
В-2	70	92	85/100,0	–	54	13	1	2	15	2,95/50,65
				0,0	63,5	15,3	1,2	2,4	17,6	
В-3	70	92	77/100,0	–	30	16	10	3	18	3,52/36,23
				0,0	39,0	20,8	13,0	3,9	23,4	
В-4	70	92	64/100,0	2	31	14	3	5	9	3,08/46,02
				3,1	48,4	21,9	4,7	7,8	14,1	

Таблица 2

**Анализ достоверности различий среднего индекса жизненного состояния деревьев сосны
в зависимости от класса возраста**

Класс возраста соснового насаждения на момент закладки ПП	ИЖС, %	Степень свободы ν	Критерий Стьюдента $t_{ст}$	Уровень значимости (P)
Молодняки II класса	21,61 ± 3,02	13	0,26	0,40
Средневозрастные насаждения	20,64 ± 2,37			
Молодняки II класса	21,61 ± 3,02	13	3,75	0,001*
Приспевающие насаждения	38,00 ± 3,15			
Средневозрастные насаждения	20,64 ± 2,37	14	4,40	0,001*
Приспевающие насаждения	38,00 ± 3,15			

* Различие достоверно с вероятностью 99,0%.

Сосняки, которые на момент закладки ПП относились к насаждениям III класса возраста, по средним показателям соответствовали к настоящему времени категории усыхающие (индекс состояния – 4,2). Отмечается дефолиация более 1/2 кроны сосны, усыхание ветвей в верхней и средней частях более 50%. Наибольшее распространение в древостоях имели деревья 6-й категории (на 41,7% ПП). Их количество варьировало от 32,5% (от общего количества деревьев сосны) на объекте Пк-3 до 62,5% – на объекте П4-4. Средний ИЖС сосны составлял 20,6%.

Сосняки IV класса в настоящее время по средним показателям соответствуют категории сильно ослабленные (индекс состояния – 3,4). Наибольшее распространение в древостоях имели деревья категории сильно ослабленные. Их количество варьировало от 42% на ПП П2-1 до 67% – на ПП П2-2. Следует отметить, что на части объектов (В-1, В-2, В-4) выявлено преобладание ослабленных деревьев – 54,8, 63,5, 48,4% соответственно. На ПП П2-1 были отмечены деревья сосны, характеризующиеся наличием большого количества сухостоя. Средний индекс жизненного состояния сосны составлял 38,0%.

В связи с тем что на устойчивость сосновых насаждений может влиять их возраст, был проведен анализ изменения среднего индекса жизненного состояния деревьев сосны в различных классах возраста в зонах радиоактивного загрязнения свыше 15 Ки/км², результаты которого представлены в табл. 2.

Исследования показали, что на исследуемых пробных площадях отмечаются достоверные различия между ИЖС древостоя сосны II класса возраста с ИЖС IV класса, а также ИЖС сосняков III класса с ИЖС IV класса ($P = 0,001$).

Таким образом, наиболее благополучное жизненное состояние на 2016 год отмечено в сосновых насаждениях старших классов возраста.

Так, в возрасте 60–80 лет из восьми обследованных насаждений одно отнесено к ослабленным, семь – к сильно ослабленным, усыхающих насаждений не выявлено. В возрастной группе 40–56 лет усыхающие насаждения составляли 50%, сильно ослабленные – также 50,0%, а ослабленные отсутствовали.

В следующей возрастной группе 25–35 лет по состоянию на 2016 год сильно ослабленные насаждения составляли 42,8%, усыхающие – 57,1%. Полученные результаты исследований достоверно указывают на наличие влияния на состояние сосновых насаждений в зонах свыше 15 Ки/км² возраста насаждения.

Результаты оценки состояния сосновых насаждений на объектах, заложенных в первые десятилетия после аварии на ЧАЭС, по сравнению с результатами оценки состояния сосновых насаждений на первых этапах их развития после аварии, показали, что к настоящему времени их состояние существенно ухудшилось, насаждения сильно ослаблены, особенно насаждения II–III классов возраста.

Заключение. 1. В настоящее время состояние высокозагрязненных ¹³⁷Cs сосновых насаждений существенно ухудшилось, насаждения сильно ослаблены, особенно насаждения II–III классов возраста, что не обусловлено радиационным фактором, а является результатом отсутствия в них хозяйственной деятельности.

2. Наиболее благополучное жизненное состояние складывается по состоянию на 2016 год в сосновых насаждениях старших классов возраста. В возрасте 60–80 лет 13% обследованных насаждений отнесено к категории ослабленные, 87% – к сильно ослабленным, усыхающих насаждений не выявлено. В возрастной группе 40–56 лет усыхающие и сильно ослабленные насаждения составляли по 50%, а ослабленные отсутствовали.

Литература

1. Обеспечение аналитическими данными концепции содержания зон отчуждения и отселения Гомельской и Могилевской областей: отчет заключительный по НИР / Институт леса НАН Беларуси; рук. Н. И. Булко. Гомель, 2016. 84 с. № ГР 20150091.
2. Смирнова О. В., Бобровский М. В., Ханина Л. Г. Оценка и прогноз сукцессионных процессов в лесных ценозах на основе демографических методов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2001. Т. 106. № 5. С. 25–33.
3. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / под ред. О. В. Смирновой, Е. С. Шапошникова. СПб.: Российское ботаническое общество, 1999. 549 с.
4. Смирнова О. В. Методология исследования экосистем с популяционных позиций // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. 2011. № 25. С. 15–21.
5. Ухваткина О. Н., Омелько А. М. Оценка сукцессионного состояния древостоев хвойно-широколиственных лесов юга Российского Дальнего Востока на основе популяционно-демографического подхода // Фундаментальные исследования. 2013. № 11. С. 948–953.
6. Мартыненко В. П., Дмитрук Л. Б. Основы фитоценологии. Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова, 2009. 107 с.
7. Bakker JP., Olf H., Willems JH., Zobel M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? // Journal of Vegetation Science. 1996. Vol. 7, no. 2. Pp. 147–156.
8. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / под общ. рук. Багинского В. Ф. М.: УБНТИ-лемхоз, 1984. 308 с.
9. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь: ТКП 026–2006 (02080). Минск: МЛХ Республики Беларусь, 2006. 47 с.
10. Загребев В. В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник. М.: Колос, 1992. 495 с.
11. Изучение воздействия радиоактивного загрязнения на состояние лесных экосистем: отчет заключительный по НИР / Институт леса НАН Беларуси; рук. В. А. Ипатьев. Гомель, 2000. 436 с. № ГР 19961685.
12. Исследование воздействия эдафических факторов роста древесных растений, существенно влияющих на процесс накопления радионуклидов в лесных экосистемах: отчет заключительный по НИР / Институт леса НАН Беларуси; рук. В. А. Ипатьев. Гомель, 2005. 197 с. № ГР 20015154.
13. Карпенко А. Д. Оценка состояния древостоев, находящихся под воздействием промышленных эмиссий // Экология и защита леса: межв. сб. науч. тр. Вып. 6. Л.: ЛТА, 1981. С. 39–43.
14. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / под ред. В. А. Алексеева. Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1990. 200 с.
15. Степанчик В. В., Василенко А. И. Анализ показателей устойчивости культур сосны к воздействию техногенного загрязнения // Проблемы лесоведения и лесоводства: науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Вып. 44. Гомель, 1996. С. 96–103.

References

1. *Obespechenie analiticheskimi dannymi kontseptsii soderzhaniya zon otchuzhdeniya i otseleniya Gomel'skoy i Mogilevskoy oblastey: otchet zaklyuchitel'nyy po NIR* [Provision of the concept of maintenance of exclusion zones and resettlement of Gomel and Mogilev regions with analytical data: the final report on SRW]. Gomel, 2016. 84 p. No. GR 20150091.
2. Smirnova O. V., Bobrovski M. V., Khanina L. G. Evaluation and forecast of successive processes in forest cenosis on the basis of demographic methods. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskij* [Bulletin of the Moscow society of testers of nature. The biological department], 2001, vol. 106, no. 5, pp. 25–33 (In Russian).
3. *Suksessionnye protsessy v zapovednikakh Rossii i problemy sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya* [Successive processes in reserves of Russia and a problem of preserving biological diversity]. St. Petersburg, Rossiyskoe botanicheskoe obshchestvo Publ., 1999. 549 p.
4. Smirnova O. V. Methodology of research of ecosystems from population line items. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [News of PGPU of V. G. Belinsky], 2011, no. 25, pp. 15–21 (In Russian).
5. Ukhvatkin O. N., Omel'ko A. M. Evaluation of successive condition of forest stands of coniferous and broad-leaved forests of the South of the Russian Far East on the basis of population and demographic approach. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic research], 2013, no. 11, pp. 948–953 (In Russian).

6. Martynenko V. P., Dmitruk L. B. *Osnovy fitotsenologii: uchebno-metodicheskiy kompleks* [Phytocenology bases: educational and methodical complex]. Vitebsk, VGU im. P. M. Masherova Publ., 2009. 107 p.

7. Bakker JP., Olff H., Willems JH., Zobel M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *Journal of Vegetation Science*, 1996, vol. 7, no. 2, pp. 147–156 (In Russian).

8. *Normativnye materialy dlya taksatsii lesa Belorusskoy SSR* [Standard materials for valuation of the forest by the Belarusian SSR]. Moscow, UBNTI-lemkhoz Publ., 1984. 308 p.

9. ТКР 026–2006 (02080). Health regulations in the forests of the Republic of Belarus. Minsk, Ministerstvo lesnogo khozyaystva Respubliki Belarus' Publ., 2006. 47 p.

10. Zagreev V. V. *Obshchесоюзные нормативы dlya taksatsii lesov: spravochnik* [All-union standard rates for valuation of the forests: Reference book]. Moscow, Kolos Publ., 1992. 495 p.

11. *Izucheniye vozdeystviya radioaktivnogo zagryazneniya na sostoyaniye lesnykh ekosistem: otchet zaklyuchitel'nyy po NIR* [Studying of impact of radioactive pollution on the condition of forest ecosystems: the final report on SRW]. Gomel, 2000. 436 p. No. GR 19961685.

12. *Issledovaniye vozdeystviya edaficheskikh faktorov rosta drevesnykh rasteniy, sushchestvenno vliyayushchikh na protsess nakopleniya radionuklidov v lesnykh ekosistemakh: otchet zaklyuchitel'nyy po NIR* [Impact research of edaphic factors of growth of forest plants significantly influencing the process of accumulating of radionuclides in forest ecosystems: the final report on SRW]. Gomel, 2005. 197 p. No. GR 20015154.

13. Karpenko A. D. Evaluation of the condition of the forest stands which are under the influence of industrial issues. *Ekologiya i zashchita lesa: mezhv. sb. nauch. tr.* [Ecology and protection of the forest: Collec. of scien. works], issue 6, Leningrad, LTA Publ., 1981. pp. 39–43 (In Russian).

14. *Lesnye ekosistemy i atmosfernoye zagryazneniye* [Forest ecosystems and atmospheric pollution]. Leningrad, Nauka. Leningradskoe otdeleniye Publ., 1990. 200 p.

15. Stepanchik, V. V., Vasilenko A. I. Analysis of indicators of stability of cultures of the pine to impact of technogenic pollution. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sb. nauch. tr. Insituta lesa NAN Belarusi* [Problems of forest science and forestry: works of the Institute of Forest of NAS of Belarus], 1996, issue 44, pp. 96–103 (In Russian).

Информация об авторах

Потапенко Антон Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем почвоведения и реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель. Институт леса Национальной академии наук Беларуси (246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71, Республика Беларусь). E-mail: anto_ha86@mail.ru

Булко Николай Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией. Институт леса Национальной академии наук Беларуси (246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71, Республика Беларусь). E-mail: formelior@tut.by

Козлов Александр Константинович – научный сотрудник. Институт леса Национальной академии наук Беларуси (246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71, Республика Беларусь). E-mail: formelior@tut.by

Information about the authors

Potapenko Anton Mikhaylovich – PhD (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of Problems of Soil Science and Rehabilitation of Anthropogenically Disturbed Forest Lands. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: anto_ha86@mail.ru

Bulko Nikolay Ivanovich – PhD (Agriculture), head of the laboratory. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: formelior@tut.by

Kozlov Aleksandr Konstantinovich – research fellow. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: fomelior@tut.by

Поступила 29.03.2017