

# ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

## ALL-ENGINEERING QUESTIONS OF TIMBER PROCESSING COMPLEX

УДК 630(476):539.1.04

**А. В. Домненкова<sup>1</sup>, В. А. Домненков<sup>2</sup>, Г. А. Чернушевич<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
<sup>2</sup>Белорусская универсальная товарная биржа

### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНОГО ФОНДА ВЕТКОВСКОГО СПЕЦЛЕСХОЗА И ВЫХОДА ЕГО ТЕРРИТОРИИ ИЗ ЗОН РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В статье приведена динамика изменения площади радиоактивного загрязнения лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь за 1995–2022 гг. Представлен прогноз изменения радиационной обстановки на территории Ветковского спецлесхоза. Поскольку ведение лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения регламентируется с учетом плотности загрязнения почв в лесных кварталах, прогноз изменения радиационной обстановки в лесном фонде позволит оптимизировать планирование работ в Ветковском спецлесхозе и, как следствие, расширить возможности эффективного использования лесов. В настоящее время Ветковский спецлесхоз относится к I группе тяжести (катастрофические условия) по радиоактивному загрязнению территории, цезием-137 загрязнено 100% покрытых лесом земель. Загрязнению радионуклидами плотностью свыше 5 Ки/км<sup>2</sup> на 01.01.2023 г. подвержено 61% территории спецлесхоза, свыше 15 Ки/км<sup>2</sup> – 23,7%. На территориях с плотностью загрязнения свыше 15 Ки/км<sup>2</sup> ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование, применяются повышенные меры профилактики и предупреждения лесных пожаров, введены ограничения на проведение рубок, заготовку пищевой продукции леса. Согласно прогнозу, к 2050 г. территории лесного фонда спецлесхоза выйдут из зоны 15–40 Ки/км<sup>2</sup>, к 2150 г. в зоне радиоактивного загрязнения останется только 6,8% территории лесного фонда и к 2175 г. Ветковский спецлесхоз полностью выйдет из зон радиоактивного загрязнения.

**Ключевые слова:** Ветковский спецлесхоз, зоны радиоактивного загрязнения, радионуклиды, цезий-137.

**Для цитирования:** Домненкова А. В., Домненков В. А., Чернушевич Г. А. Прогнозная оценка лесного фонда Ветковского спецлесхоза и выхода его территории из зон радиоактивного загрязнения // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 2 (270). С. 224–231. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-26.

**A. V. Domnenkova<sup>1</sup>, V. A. Domnenkov<sup>2</sup>, G. A. Chernushevich<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Belarusian State Technological University  
<sup>2</sup>Belarusian Universal Commodity Exchange

### PREDICTIVE ASSESSMENT OF THE FOREST FUND OF THE VETKOVSKIY FORESTRY AND THE EXIT OF ITS TERRITORY FROM THE ZONES OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

The article shows the dynamics of changes in the area of radioactive contamination of the forest fund of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus for 1995–2022. A forecast of changes in the radiation situation on the territory of the Vetkovskiy forestry is presented. Since forestry in the zones of radioactive contamination is regulated taking into account the density of soil contamination in forest quarters, forecast of changes in the radiation situation in the forest fund will optimize the planning of work in the Vetkovskiy forestry, and as a result, expand the possibilities for the effective use of forests.

As present, the Vetkovskiy forestry belongs to the I group of severity (catastrophic conditions) in terms of radioactive contamination of the territory, 100% of the forested lands are contaminated with cesium-137. As of 01.01.2023, 61% of the territory of the forestry is subject to contamination with radionuclide's with a density of more than 5 Ki/km<sup>2</sup>, 23.7% – more than 15 Ki/km<sup>2</sup>. In areas with a pollution density of more than 15 Ki/km<sup>2</sup>, economic activities and forest management are limited, increased measures are being taken to prevent and prevent forest fires, restrictions on logging and harvesting of forest food products been introduced. According to the forecast, by the 2050 the territories of the will leave the zone of 15–40 Ki/km<sup>2</sup>, by 2150 only 6.8% of the territory of the forest fund will remain in the zone of radioactive contamination and be 2175 the Vetkovskiy forestry will completely leave the zones of radioactive pollution.

**Keywords:** Vetkovskiy forestry, radioactive contamination zones, radionuclides, cesium-137.

**For citation:** Domnenkova A. V., Domnenkov V. A., Chernushevich G. A. Predictive assessment of the forest fund of the Vetkovskiy forestry and the exit of its territory from the zones of radioactive contamination. *Proceeding of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2023, no. 2 (270), pp. 224–231. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-26 (In Russian).

**Введение.** В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (1986 г.) значительная территория лесного фонда Республики Беларусь подверглась радиоактивному загрязнению. Лесные экосистемы, обладая способностью прочно удерживать радиоактивные изотопы, предотвращая их миграцию за пределы загрязненной территории, являются «барьером» на пути распространения радионуклидов, препятствуют их вторичному перераспределению [1].

В Республике Беларусь территория лесного фонда, отнесенная к зонам радиоактивного загрязнения, составляет (на 1 января 2023 г.) 1502,9 тыс. га, или 15,5% от общей площади. Основная часть загрязненных радионуклидами лесов находится в ведении Министерства лесного хозяйства (далее Минлесхоз) Республики Беларусь (82,0%) и Департамента по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (14,0%) [2–4].

Леса играют важное экологическое, социальное и экономическое значение, поэтому остановка лесохозяйственной деятельности невозможна.

Основными задачами лесохозяйственной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения являются:

- усиление экологической роли леса как биохимического барьера, препятствующего выносу радионуклидов за пределы загрязненной территории;
- охрана лесов от пожаров в целях предотвращения их гибели и возможного вторичного радиоактивного загрязнения сопредельных территорий;
- экономически эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий и непрерывное использование лесных ресурсов при условии получения нормативно чистой продукции и соблюдения установленного предела годовой дозы облучения [5].

На территории лесного фонда в зонах радиоактивного загрязнения ведение лесного хо-

зяйства осуществляется при условии получения нормативно чистой продукции и соблюдения установленного предела годовой дозы облучения (в 1 мЗв/год), что достигается, в первую очередь, обязательным регламентированием лесохозяйственной и иной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения [5–11].

По данным государственного учреждения по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» (далее Беллесозащита), площадь радиоактивного загрязнения лесного фонда Минлесхоза составляет (на 1 января 2023 г.) 1226,4 тыс. га (14,2% от общей площади). Наибольшая часть (69,3%) территорий радиоактивного загрязнения лесного фонда отнесена к I зоне с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>, 23,7% – ко II зоне (5–15 Ки/км<sup>2</sup>), остальная площадь – к III (15–40 Ки/км<sup>2</sup>) и IV (40 Ки/км<sup>2</sup> и более) зонам [2, 4].

За период с 1995 (1747,1 тыс. га) по 2022 г. (1226,4 тыс. га) в результате естественного радиоактивного распада цезия-137 площадь радиоактивного загрязнения лесного фонда Минлесхоза уменьшилась на 520,7 тыс. га, или 29,8% (табл. 1).

Таблица 1

**Загрязнение территории лесного фонда <sup>137</sup>Cs**

Наименование объекта исследования	Площадь загрязнения почвы цезием-137, тыс. га						
	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2022 г.
Лесной фонд Минлесхоза	1747,1	1641,4	1788,9	1569,4	1392,2	1283,8	1226,4

Цель данного исследования заключается в прогнозе выхода территории лесного фонда государственного специализированного лесохозяйственного учреждения «Ветковский спецлесхоз» из зон радиоактивного загрязнения.

**Основная часть.** Государственное специализированное лесохозяйственное учреждение «Ветковский спецлесхоз» (далее Ветковский спецлесхоз) Гомельского государственного производственного лесохозяйственного объединения расположено в восточной части Гомельской области на территории Ветковского, Добрушского, Буда-Кошелевского и Чечерского административных районов. Протяженность территории спецлесхоза с севера на юг составляет 57 км, с востока на запад – 45 км.

Ветковский спецлесхоз был создан в 1993 г. Приказом Министерства лесного хозяйства № 19 от 24.04.1993. В состав спецлесхоза входит четыре лесничества: Ветковское, Великонемковское, Светиловичское, Столбунское, которые включают 68 обходов на 20 мастерских участках. Коллектив насчитывает 290 человек, в том числе 104 работника лесной охраны [12].

Особенностью лесного фонда спецлесхоза, влияющей на размеры лесопользования и лесного дохода, является радиоактивное загрязнение.

Основные функциональные обязанности спецлесхоза заключаются в охране и защите леса; лесоразведении на обширных площадях, вышедших из оборота сельхозпользования, с целью закрепления выпавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС радионуклидов и предотвращения их распространения на чистые территории.

В мае 1994 г. при спецлесхозе начал работу пост радиационного контроля, который проводит уточнение плотности загрязнения лесных кварталов, мониторинг уровня содержания радиоактивных элементов в воздухе, анализ особенностей накопления древесной растительностью радионуклидов в зависимости от породы и типа лесорастительных условий местопроизрастания.

Ветковский спецлесхоз относится к I группе тяжести (катастрофические условия) по радиоактивному загрязнению территории – 100% покрытых лесом земель. Загрязнению радионуклидами по плотности свыше 5 Ки/км<sup>2</sup> на 1 января 2023 г. подвержено 61% территории спецлесхоза, свыше 15 Ки/км<sup>2</sup> – 23,7% (рисунок).

№ п/п	Название лесничества
1	Великонемковское
2	Светиловичское
3	Столбунское
4	Ветковское

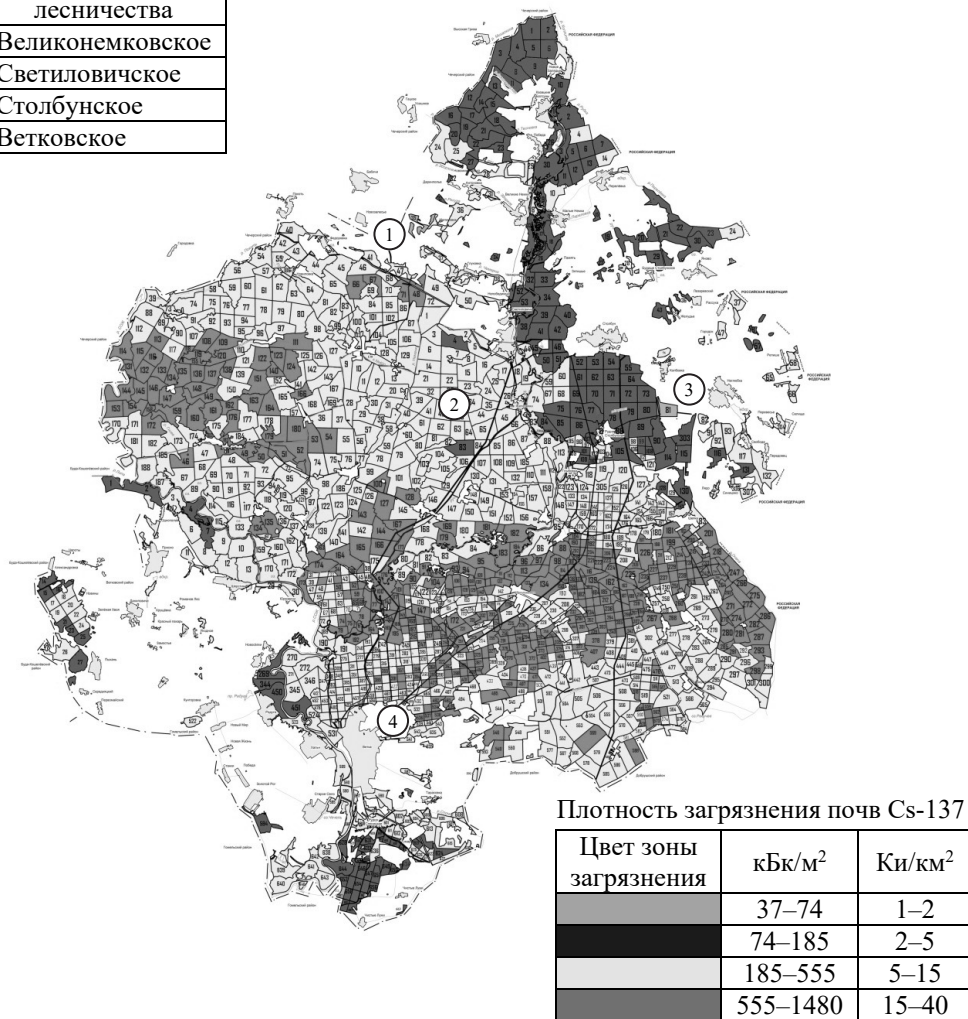


Рис. Загрязнение территории лесного фонда Ветковского спецлесхоза цезием-137 [2]

Для разработки прогноза изменения радиационной обстановки на территории Ветковского спецлесхоза использованы данные Беллесозащиты, полученные учреждением в результате ежегодного обследования радиоактивного загрязнения лесничеств Ветковского спецлесхоза. При расчете не был учтен фактор значительной пространственной неоднородности загрязнения почв цезием-137 в пределах лесничества (каждого лесного квартала).

Основанием для отнесения лесного квартала к той или иной зоне радиоактивного загрязнения является плотность загрязнения, установленная на основании результатов радиационного обследования земель лесного фонда в соответствии с техническим кодексом установившейся практики ТКП 240-2010 (02080) «Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения», утвержденным постановлением Министрства лесного хозяйства Республики Беларусь от 22 февраля 2010 г. № 5.10 [7].

Цезий-137 – основной дозаобразующий радионуклид для Республики Беларусь. Радионуклиды – это нестабильные элементы, ядра которых подвергаются распаду. Самопроизвольный радиоактивный распад ядер приводит к непрерывному уменьшению числа ядер атомов радионуклида.

Для определенного радионуклида вероятность распада каждого ядра одинакова в любой момент времени, так как ядра распадаются независимо друг от друга. Закон, выражающий уменьшение количества ядер атомов радиоактивного вещества во времени, называется законом радиоактивного распада, который и лежит в основе прогноза

изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Ветковского спецлесхоза.

Закон радиоактивного распада для любых превращений ядер устанавливает, что за единицу времени распадается всегда одна и та же доля нераспавшихся ядер данного радионуклида. Эту долю называют постоянной распада и обозначают  $\lambda$  [13]. В общем виде этот закон выражается экспоненциальной зависимостью

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t},$$

где  $N$  – число ядер, распавшихся за время  $t$  (в наших расчетах заданное значение плотности загрязнения почвы);  $N_0$  – начальное число ядер радионуклида (в наших расчетах плотность загрязнения почвы на сегодняшний день);  $e$  – основание натурального логарифма;  $t$  – время (прогноз), по истечении которого плотность загрязнения почвы уменьшится до заданного значения [13].

Для характеристики устойчивости ядер радионуклида относительно распада используется понятие период полураспада. Период полураспада радионуклида – промежуток времени, в течение которого в результате радиоактивного распада количество ядер данного радионуклида уменьшается в 2 раза. Между постоянной распада ( $\lambda$ ) и периодом полураспада ( $T_{1/2}$ ) существует соотношение

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

Период полураспада ( $T_{1/2}$ ) для цезия-137 составляет 30 лет [13].

Прогноз изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Ветковского спецлесхоза представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Распределение (прогноз) территории лесного фонда лесничеств Ветковского спецлесхоза по зонам радиоактивного загрязнения**

Лесничества Ветковского спецлесхоза	Год	Единицы измерения	Площадь загрязнения почвы цезием-137				
			Всего	в том числе по зонам и подзонам, Ки/км <sup>2</sup>			
				1–5	5–15	15–40	40 и более
Великонемковское (24,3 тыс. га)	2014	тыс. га	22,6	2,4	11,1	9,06	0,0
		%	100	10,6	49,1	40,1	0,0
	2022	тыс. га	24,3	3,9	14,3	6,1	0,0
		%	100,0	16,0	58,8	25,1	0,0
	2043	тыс. га	22,5	8,6	13,9	0,0	0,0
		%	92,6	38,2	61,8	0,0	0,0
	2091	тыс. га	18,4	18,4	0,0	0,0	0,0
		%	75,7	100,0	0,0	0,0	0,0
	2163	тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ветковское (33 тыс. га)	2014	тыс. га	32,3	1,35	10,2	20,8	0,0
		%	100	4,2	31,6	64,4	0,0
	2022	тыс. га	33,0	3,0	20,1	9,8	0,0
		%	100,0	9,1	60,9	30,0	0,0
	2052	тыс. га	32,1	11,5	20,6	0,0	0,0
		%	97,2	35,8	64,2	0,0	0,0

Продолжение табл. 2

Лесничества Ветковского спецлесхоза	Год	Единицы измерения	Площадь загрязнения почвы цезием-137				
			Всего	в том числе по зонам и подзонам, Ки/км <sup>2</sup>			
				1–5	5–15	15–40	40 и более
Ветковское (33 тыс. га)	2100	тыс. га	27,6	27,6	0,0	0,0	0,0
		%	83,6	100,0	0,0	0,0	0,0
	2172	тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Светиловичское (23,6 тыс. га)	2014	тыс. га	23,5	0,0	15,98	7,53	0,0
		%	100	0,0	68	32	0,0
	2022	тыс. га	23,6	0,3	19,1	4,1	0,0
		%	100,0	1,3	80,9	17,4	0,0
	2043	тыс. га	23,5	5,2	18,3	0,0	0,0
		%	99,6	22,1	77,9	0,0	0,0
	2091	тыс. га	23,1	23,1	0,0	0,0	0,0
		%	97,9	100,0	0,0	0,0	0,0
	2163	тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Столбунское (22 тыс. га)	2014	тыс. га	21,3	5,1	13,3	2,9	0,04
		%	100	23,9	62,4	13,6	0,2
	2022	тыс. га	22,0	8,5	9,1	4,3	0,0
		%	100,0	38,6	41,4	19,5	0,0
	2058	тыс. га	20,5	18,0	2,5	0,0	0,0
		%	93,2	87,8	12,2	0,0	0,0
	2106	тыс. га	7,9	7,9	0,0	0,0	0,0
		%	35,9	100,0	0,0	0,0	0,0
	2178	тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Для проверки достоверности прогнозных показателей проведено сравнение расчетных и фактических данных о плотности загрязнения почв в лесных кварталах лесничеств Ветковского спецлесхоза.

Для оценки точности прогноза использован ретроспективный (оценочный) анализ – это анализ данных с учетом изменения во времени, начиная от текущего момента времени к какому-либо прошедшему периоду времени. Для определения входных прогнозных параметров использованы данные радиационного обследования лесных кварталов за 2014 г., рассчитанные на их основе прогнозные данные на 2022 г. и для верификации – фактические данные, полученные в 2022 г.

*Абсолютная погрешность измерения* – это погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины, характеризующая абсолютное отклонение измеряемой величины от действительного значения физической величины:

$$\Delta X = |X - X_d|,$$

где  $X$  – прогнозное значение плотности загрязнения почвы цезием-137 в лесничестве, тыс. га;  $X_d$  – фактическое значение плотности загрязнения почвы цезием-137 в лесничестве, тыс. га.

Сравнение прогнозных и фактических значений плотности загрязнения почв цезием-137 (подзона 5–15 Ки/км<sup>2</sup>) представлено в табл. 3.

Таблица 3

**Сравнение прогнозных и фактических значений плотности загрязнения почв для подзоны 5–15 Ки/км<sup>2</sup>**

Лесничество	Площадь в подзоне 5–15 Ки/км <sup>2</sup> , тыс. га			Относительная погрешность измерения, %
	2014 г.	прогноз на 2022 г.	факт на 2022 г.	
Великонемковское	11,1	9,2	14,3	35,6
Ветковское	10,2	8,5	20,1	57,9
Светиловичское	16,0	13,3	19,1	30,5
Столбунское	13,3	11,0	9,1	21,3
Средняя погрешность измерений				36,3

*Относительная погрешность измерения* – это погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины:

$$\delta = (\Delta X / X_d) \cdot 100\%.$$

Таблица 4

**Прогноз изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда  
Ветковского спецлесхоза**

Наименование объекта исследования	Прогноз по годам	Общая площадь лесхоза, тыс. га	Площадь загрязнения почвы цезием-137, тыс. га				
			Всего	в том числе по зонам и подзонам, Ки/км <sup>2</sup>			
				1–5	5–15	15–40	40 и более
Ветковский спецлесхоз	2010	99,4	99,4	8,8	45,98	43,77	0,80
	2015	100,1	100,1	9,35	56,02	34,74	0,0
	2020	102,9	102,9	14,88	58,95	29,10	0,0
	2022	103,1	103,1	15,79	62,84	24,45	0,0
	2030	103,1	101,92	22,1	72,7	7,1	0,0
	2050	103,1	101,0	40,7	60,3	0,0	0,0
	2150	103,1	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0
	2175	103,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Относительная погрешность измерений варьирует в больших пределах, среднее значение составило 37%.

Ведение лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения регламентируется с учетом плотности загрязнения почв в лесных кварталах. Прогноз изменения радиационной обстановки в лесном фонде позволит оптимизировать планирование работ в лесхозах с учетом изменяющейся ситуации, постепенного уменьшения активности радионуклидов и, как следствие, расширения возможности эффективного использования лесов [5].

В настоящее время в Ветковском спецлесхозе территория, загрязненная цезием-137 свыше 15 Ки/км<sup>2</sup>, составляет 23,7% [12]. На этих территориях ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование, применяются повышенные меры профилактики и предупреждения лесных пожаров, введены ограничения на проведение рубок, заготовку пищевой продукции леса.

Радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, «очищение» загрязненных лесов происходит лишь за счет радиоактивного распада.

При ведении лесного хозяйства в Ветковском спецлесхозе необходимо [5, 6, 14–17]:

- осуществление комплекса мер, направленных на лесовосстановление и лесоразведение, охрану и защиту лесов от пожаров, внедрение мобильных и дистанционных систем для обнаружения очагов возгорания в зонах радиоактивного загрязнения;

- поддержание надлежащего санитарного состояния лесов в зонах отселения, рациональное и эффективное использование лесных ресурсов;

- обеспечение соблюдения норм радиационной безопасности – радиационного контроля на объектах лесного хозяйства и рабочих местах, контроля доз внешнего облучения;

- контроль радиоактивного загрязнения в лесах – уточнение радиационной обстановки, радиационный контроль лесной продукции, радиационный мониторинг;

- совершенствование информирования о радиационной обстановке в лесах работников лесного хозяйства и населения.

**Заключение.** Планирование лесохозяйственных мероприятий и лесопользования осуществляется в пределах выделенных зон радиоактивного загрязнения.

В табл. 4 представлена динамика изменения радиационной обстановки территории лесного фонда Ветковского спецлесхоза с 2010 по 2175 г.

Как показывает анализ табл. 4 к 2050 г. территории лесного фонда Ветковского спецлесхоза выйдут из зоны 15–40 Ки/км<sup>2</sup> (на этих территориях в настоящее время ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование), к 2150 г. в зоне радиоактивного загрязнения останется только 6,8% территории лесного фонда и к 2175 г. спецлесхоз полностью выйдет из зон радиоактивного загрязнения. Прогноз изменения радиационной обстановки позволит оптимизировать планирование работ в спецлесхозе.

### Список литературы

1. Ипатьев В. А., Багинский В. Ф., Булавик И. М. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. Гомель: Речицкая укрупнен. тип., 1999. 454 с.
2. Радиационный контроль // Гос. учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита». URL: <https://bellesozaschita.by/radiacionnyj-kontrol> (дата обращения: 17.02.2023).
3. Карбанович Л. Н. Площадь радиационного загрязнения лесов уменьшилась // Белорус. лесная газ. 2022. 6 янв. С. 2.

4. Распределение территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по зонам радиоактивного загрязнения / А. В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ: материалы 87-й науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава, научн. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 31 янв. – 17 февр. 2023 г. Минск, 2023. С. 60–62.

5. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Минск, 2016. 16 с.

6. Критерии оценки радиационного воздействия: ГН 28.12.2012. № 213. Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2012. 136 с.

7. Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения: ТКП 240-2010. Минск: Белстандарт, 2010. 24 с.

8. Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения: ТКП 498-2013. Минск: Белстандарт, 2013. 28 с.

9. Радиационный контроль. Объекты лесного хозяйства, рабочие места. Порядок проведения: ТКП 250-2010. Минск: Белстандарт, 2010. 27 с.

10. Радиационный контроль. Отбор и подготовка проб лесной продукции. Порядок проведения: ТКП 251-2010. Минск: Белстандарт, 2010. 24 с.

11. Правила пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь: постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 70 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. URL: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21631562p\\_1486155600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21631562p_1486155600.pdf) (дата обращения: 18.02.2023).

12. Радиационный контроль // Гос. специализир. лесхоз. учреждение «Ветковский спецлесхоз». URL: <https://ветковский-лесхоз.бел/%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F> (дата обращения: 18.02.2023).

13. Чернушевич Г. А., Перетрухин В. В. Радиационная безопасность. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2018. 198 с.

14. Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства: ГН 11.01.2001. № 4. Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2001. 5 с.

15. Босак В. Н., Сачивко Т. В., Домненкова А. В. Обеспечение радиационной безопасности в лесном хозяйстве Республики Беларусь // Дальневосточная весна – 2018: материалы 16-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 27 апр. 2018 г., Комсомольск-на-Амуре, 2018. С. 221–224.

16. Анализ влияния радиоактивного загрязнения «даров леса» на внутреннее облучение населения / Г. А. Чернушевич [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 298–305.

17. Асаблівасці арганізацыі харчавання насельніцтва ва ўмовах павышанай радыяцыйнай рызыкі / Р. А. Чарнушэвіч [і інш.] // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 1 (264). С. 201–207.

## References

1. Ipatjev V. A., Baginskiy V. F., Bulavik I. M. *Les. Chelovek. Chernobyl'. Lesnyye ekosistemy posle avarii na Chernobyl'skoy AES: sostoyaniye, prognoz, reaktsiya naseleniya, puti reabilitatsii* [Forest. Person. Chernobyl. Forest ecosystems after the Chernobyl accident: state, forecast, public reaction, ways of rehabilitation]. Gomel', Rechitskaya ukрупnyonnaya tipografiya Publ., 1999. 454 p. (In Russian).

2. Radiation control. URL: <https://bellesozaschita.by/radiacionnyj-kontrol> (accessed 17.02.2023) (In Russian).

3. Karbanovich L. N. The area of radiation pollution of forests has decreased. *Belorusskaya lesnaya gazeta* [Belarus forest newspaper], 2022, January 6, p. 2 (In Russian).

4. Domnenkova A. V., Chernushevich G. A., Ermak I. T., Bosak V. N. Distribution of the territory of the forest fund of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus by zones of radioactive contamination. *Technologiya organicheskikh veshchestv: materialy 87-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sortudnikov i aspirantov (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Technology of organic substances: materials of the 87th scientific and technical conference of faculty, researchers and graduate students (with international participation)]. Minsk, 2023, pp. 60–62 (In Russian).

5. *Pravila vedeniya lesnogo khozyaystva na territoriyakh, podverghshikhsya radioaktivnomu zagryazneniyu v rezul'tate katastrofy na Chernobyl'skoy AES* [Forest management rules in the areas affected by radioactive contamination as a result of the Chernobyl accident]. Minsk, 2016. 16 p. (In Russian).

6. GN 28.12.2012. Criteria for assessing radiation exposure. No. 213. Minsk, Ministry of Health of the Republic of Belarus Publ., 2012. 136 p. (In Russian).

7. ТКП 240-2010. Radiation control. Examination of forest lands. Procedure. Minsk, Belstandart Publ., 2010. 24 p. (In Russian).

8. ТКР 498-2013. Radiation monitoring of forest fund. Laying of permanent point of observation. Procedure. Minsk, Belstandart Publ., 2013. 28 p. (In Russian).
9. ТКР 250-2010. Radiation control. Forestry objects, workplaces. Procedure. Minsk, Belstandart Publ., 2010. 27 p. (In Russian).
10. ТКР 251-2010. Radiation control. Selection and preparation of samples of forest products. Procedure. Minsk, Belstandart Publ., 2010. 24 p. (In Russian).
11. Fire safety rules in the forests of the Republic of Belarus: decree of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus, 19.12.2016, no. 70. Available at: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21631562p\\_1486155600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21631562p_1486155600.pdf) (accessed 18.02.2023) (In Russian).
12. Radiation control. Available at: <https://ветковский-лесхоз.бел%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F> (accessed 18.02.2023) (In Russian).
13. Chernushevich G. A., Peretrukhin V. V. *Radiatsionnaya bezopasnost'. Laboratornyy praktikum* [Radiation safety. Laboratory workshop]. Minsk, BSTU Publ., 2018. 198 p. (In Russian).
14. GN 11.01.2001. Republican permissible limits of cesium-137 content in the wood, wood products and wood-based materials and other non-food forest products. No. 4. Minsk, Ministry of Health of the Republic of Belarus Publ., 2001. 5 p. (In Russian).
15. Bosak V. N., Sachivko T. V., Domnenkova A. V. Ensuring radiation safety in the forestry of the Republic of Belarus. *Dal'nevostochnaya vesna – 2018: materialy 16-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam ekologii i bezopasnosti* [Far Eastern Spring – 2018: materials of the 16th International scientific and technical Conference on the problems ecology and safety]. Komsomolsk-on-Amur, 2018, pp. 221–224 (In Russian).
16. Chernushevich G. A., Azovskaya N. O., Domnenkova A. V., Kiselev S. V. Impact analysis of the radioactive contamination of non-timber forest resources on the internal radiation of local people. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2021, no. 2 (246), pp. 298–305 (In Russian).
17. Chernushevich G. A., Domnenkova A. V., Kiselev S. V., Azovskaya N. O. Problems of food supply for population under increased radiation risks. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2023, no. 1 (264), pp. 201–207 (In Belarussian).

#### Информация об авторах

**Домненкова Алеся Владимировна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: [domnenkova@belstu.by](mailto:domnenkova@belstu.by)

**Домненков Виталий Александрович** – маклер управления торгов лесопродукцией. Белорусская универсальная товарная биржа (220099, г. Минск, ул. Казинца, 2, Республика Беларусь). E-mail: [domnenkova@belstu.by](mailto:domnenkova@belstu.by)

**Чернушевич Григорий Алексеевич** – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: [gregory1946@rambler.ru](mailto:gregory1946@rambler.ru)

#### Information about the authors

**Domnenkova Alesia Vladimirovna** – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [domnenkova@belstu.by](mailto:domnenkova@belstu.by)

**Domnenkov Vitaliy Aleksandrovich** – stockbroker of forest products trading management. Belarusian Universal Commodity Exchange (2, Kazintca str., 220099, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [domnenkova@belstu.by](mailto:domnenkova@belstu.by)

**Chernushevich Grigoriy Alekseevich** – senior lecturer, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [gregory1946@rambler.ru](mailto:gregory1946@rambler.ru)

Поступила 20.03.2023