

УДК 630*43:632.187.1:614.876

**А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, В. Н. Босак, В. В. Перетрухин,
Г. А. Чернушевич, Г. Я. Климчик**
Белорусский государственный технологический университет

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ В БЕЛАРУСИ: МАТЕРИАЛЬНЫЙ УЩЕРБ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА

На территории Республики Беларусь лесные и торфяные пожары представляют собой неконтролируемый процесс горения, являющийся бедствием для населения, экономики и природной среды. В зависимости от того, где распространяется огонь, пожары делят на низовые, верховые и подземные.

Низовой пожар распространяется по земле, охватывая нижние ярусы растительности леса.

Верховые пожары возникают при длительном отсутствии осадков и высокой температуре воздуха летом.

Подземные лесные пожары возникают при масштабном распространении низовых и верховых возгораний, они малозаметны, вследствие чего представляют дополнительную опасность и крайне плохо поддаются тушению.

Основная причина возгораний – несоблюдение правил пожарной безопасности во время работы и отдыха. Некоторый процент возгораний приходится на разряды молнии.

Ущерб, причиненный лесными пожарами, как показывают данные Национального статистического комитета, довольно значительный.

Опасность лесных пожаров для людей связана с наличием опасных факторов пожара. В первую очередь это высокая температура при тушении пожара, дым, снижение концентрации кислорода в воздухе и отравление токсичными продуктами горения.

Наряду с указанными поражающими факторами при тушении пожаров на загрязненных радионуклидами территориях добавляется радиационный фактор.

В борьбе с лесными пожарами необходим комплекс организационно технических и профилактических мероприятий по предупреждению возникновения и распространения пожаров.

Ключевые слова: низовой, верховой, подземный пожар, материальный ущерб, опасные факторы пожара, радионуклиды.

**A. K. Garmaza, I. T. Yermak, V. N. Bosak, V. V. Peretrukhin,
G. A. Chernushevich, G. Ya. Klimchik**
Belarusian State Technological University

FOREST FIRES IN BELARUS: MATERIAL DAMAGE AND HAZARDOUS FACTORS OF FIRE

On the territory of the Republic of Belarus, forest and peat fires are a widespread disaster for the population, the economy and the natural environment. Depending on where the fire spreads, fires are divided into ground, surface, and crown fires.

A ground fire burns organic matter in the soil beneath surface litter spreads through the earth, they are barely noticeable, as a result of which they present an additional danger and are extremely difficult to extinguish.

Surface fires spread with a flaming front and burn leaf litter, fallen branches and other fuels located at ground level.

Crown fires occur with prolonged absence of precipitation and high air temperature in summer.

The main cause of fires is non-compliance with fire safety rules during work and leisure. A certain percentage of fires is caused by lightning strikes.

The damage caused by forest fires, as shown by the National Statistics Committee, is quite significant.

The danger of forest fires for people is associated with the presence of dangerous fire factors. First of all, it is a high temperature during fire extinguishing, smoke, reduction of oxygen concentration in air and poisoning by toxic combustion products.

Along with these damaging factors when extinguishing fires in areas contaminated with radionuclides, a radiation factor is added.

In combating forest fires, a complex of organizational, technical and preventive measures is needed to prevent the occurrence and spread of fires.

Key words: ground, surface, and crown forest fires, material damage, dangerous fire factors, radionuclides.

Введение. Пожаром называется неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства [1].

В зависимости от того, где распространяется огонь, пожары делят на низовые, верховые и подземные [2].

При низовом пожаре сгорает лесная подстилка, лишайники, мхи, травы, опавшие на землю ветки и т. п. Скорость движения пожара по ветру 0,25–5 км/ч. Высота пламени до 2,5 м. Температура горения около 700°C.

Низовые пожары бывают беглые и устойчивые.

При беглом низовом пожаре сгорает верхняя часть напочвенного покрова, подрост и подлесок. Такой пожар распространяется с большой скоростью, обходя места с повышенной влажностью, поэтому часть площади остается незатронутой огнем. Беглые пожары в основном происходят весной, когда просыхает лишь самый верхний слой мелких горючих материалов.

Устойчивые низовые пожары распространяются медленно, при этом полностью выгорает живой напочвенный покров, сильно обгорают корни и кора деревьев, полностью сгорают подрост и подлесок. Устойчивые пожары возникают преимущественно с середины лета.

Верховой лесной пожар охватывает листья, хвою, ветви и всю крону. Скорость распространения от 5 до 70 км/ч. Температура от 900 до 1200°C. Развиваются они обычно при засушливой ветреной погоде из низового пожара в насаждениях с низко опущенными кронами, в разновозрастных насаждениях, а также при обильном хвойном подросте. При верховых пожарах образуется большая масса искр из горящих ветвей и хвои, летящих перед фронтом огня и создающих низовые пожары за несколько десятков, а в случае ураганного пожара иногда за несколько сотен метров от основного очага [3, 4].

Верховые пожары, как и низовые, могут быть беглыми (ураганными) и устойчивыми (повальными).

Ураганный пожар распространяется со скоростью от 7 до 70 км/ч. Возникает при сильном ветре и опасен высокой скоростью распространения [5].

При повальном верховом пожаре огонь движется сплошной стеной от напочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч. При повальном пожаре лес выгорает полностью.

Подземные (торфяные) пожары в лесу чаще всего связаны с возгоранием торфа и перегноя, которое становится возможным в результате осушения болот. Скорость движения таких пожаров незначительная – несколько десятков

или сотен метров в сутки. Обычно на поверхности почвы огня не бывает. Подземные пожары малозаметны и распространяются на глубину до нескольких метров, вследствие чего представляют дополнительную опасность и крайне плохо поддаются тушению.

Основная часть. На территории Республики Беларусь лесные и торфяные пожары представляют собой распространенное бедствие для населения, экономики и природной среды. Данные по лесным пожарам представлены в табл. 1.

Как видим из таблицы, 2015 год был достаточно пожароопасным – 1218 лесных пожаров [6]. Такой сложной обстановки не было в Беларуси с 2002 года, когда было зафиксировано более 4,5 тыс. лесных пожаров. Огнем тогда было пройдено 19 690 га леса.

Причиной большинства лесных пожаров является человек – его небрежность при пользовании в лесу огнем во время работы и отдыха. Большинство пожаров возникает в местах пикников, сбора грибов и ягод, во время охоты, от брошенной горячей спички, непотушенной сигареты. Во время выстрела охотника вылетевший из ружья пыж начинает тлеть, поджигая сухую траву. Часто можно видеть, насколько завален лес бутылками и осколками стекла. В солнечную погоду эти осколки фокусируют солнечные лучи как зажигательные линзы. Не полностью потушенный костер в лесу служит причиной последующих больших бедствий.

Статистика природных пожаров показывает, что их всплеск наблюдается в выходные дни, когда люди массово направляются отдыхать на природу.

Большой процент в причинах возникновения лесных пожаров занимает несоблюдение мер предосторожности колхозниками при проведении сельскохозяйственных палов на полях вблизи лесных насаждений [7].

Естественные пожары (вызванные природными причинами) отличаются от антропогенных (вызванных людьми) пожаров. Так, молния, как правило, бьет в деревья на возвышенностях, и огонь, спускаясь по склону, продвигается медленно. Ввиду того что незагоревшиеся горючие материалы находятся ниже уровня огня, движение пожара вниз крайне неэффективно и приводит к потере силы пламени, и в отсутствии новых горючих материалов пожар лишается подпитки и гаснет. По вине человека пожары, как правило, начинаются в низинах и распадках, в связи с чем наблюдается более быстрое и опасное их развитие.

Ущерб, причиненный лесными пожарами лесному фонду Беларуси, как показывают данные табл. 1, довольно значительный.

Таблица 1

Основные показатели по лесным пожарам

Показатели	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2015 г.
Лесные пожары, всего, единиц	1 218	319	26,2
В том числе по причинам их возникновения:			
– от сельскохозяйственных палов	44	11	25,0
– от грозовых разрядов	14	8	57,1
– по вине лесозаготовителей, экспедиций и других организаций	9	2	22,2
– по вине населения	121	11	9,1
– по неустановленным причинам	1 030	287	27,9
Площадь лесных земель, пройденная пожарами, га	13 876	187	1,3
В том числе:			
– низовыми	10 039	164	1,6
– верховыми	3 749	3	0,1
– подземными	82	1	1,3
Ущерб, нанесенный лесными пожарами, всего, руб.*	432 317	41 979	9,7
В том числе:			
– сгорело и повреждено леса на корню	372 653	12 077	3,2
– сгорело и повреждено заготовленной лесной продукции	12 263	–	–
– сгорело и повреждено строений и иного имущества	12 740	525	4,1
– иной ущерб	34 661	29 377	84,8
Расходы, связанные с тушением и ликвидацией лесных пожаров, всего, руб.*	1 709 995	183 761	10,7
В том числе:			
– по лесовосстановлению	21 191	9 669	45,6
– по очистке территории	258 918	2 779	1,1
– по тушению лесных пожаров	1 187 122	170 313	14,3
–иные расходы	238 764	1 000	0,4

*Стоимостные показатели приведены в масштабе цен, действующих с 1 июля 2016 г. (с учетом деноминации).

Суммарный ущерб от лесного пожара охватывает многие другие показатели [8], которые не отражены в приведенной таблице, и включает:

- стоимость потерь древесины на корню в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждениях;
- ущерб от повреждения молодняков естественного и искусственного происхождения;
- ущерб от повреждения ресурсов побочного лесопользования;
- расходы на тушение лесных пожаров;
- снижение стоимости объектов и готовой продукции, поврежденных пожаром;
- расходы на расчистку горельников и дополнительные санитарные рубки в насаждениях, поврежденных лесными пожарами;
- ущерб от снижения почвозащитных, санитарно-гигиенических, водоохраных и других средообразующих функций леса;
- ущерб от загрязнения воздушной среды продуктами горения;
- ущерб от гибели животных и растений, включая занесенных в Красную книгу Республики Беларусь;
- другие потери.

Необходимо понимать, что борьба с лесными пожарами требует длительного времени и усилий многих людей, занятых на тушении пожара.

Опасность лесных пожаров для людей связана с наличием опасных факторов [9]. Опасный фактор пожара – фактор, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу. Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», дым является одним из пяти основных опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальные ценности, наряду с такими факторами, как пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода [10].

Дым образуется на всех лесных пожарах. Он состоит в основном из паров воды, газов, образовавшихся при горении, и множества мельчайших твердых несгоревших частиц. Дым делает воздух непрозрачным и вредно действует на глаза и дыхательные пути.

При снижении видимости людьми овладевает страх, подавляющий сознание, волю. В та-

ком состоянии человек теряет способность ориентироваться, правильно оценивать обстановку.

Все тепло в процессе горения выделяется из пламени. Открытый огонь очень опасен, так как воздействие пламени на тело человека вызывает ожоги. Еще большую опасность представляет тепловое излучение огня, которое может вызвать ожоги тела, глаз.

Но чаще всего люди на пожарах гибнут не от огня и высокой температуры, а из-за понижения концентрации кислорода в воздухе и отравления токсичными продуктами горения. Понижение концентрации кислорода всего лишь на 3% вызывает ухудшение двигательных функций организма человека, а до 14% – считается очень опасным.

Наряду с указанными поражающими факторами при тушении пожаров на загрязненных радионуклидами территориях, добавляется радиационный фактор [11, 12]. В табл. 2 приведено количество лесных пожаров и площади погибших лесных насаждений (по данным Министрства лесного хозяйства Республики Беларусь).

Таблица 2

**Количество пожаров
на загрязненных радионуклидами территориях**

Годы	Всего пожаров		Пожаров на загрязненных территориях	
	количество	га	количество	га
2015	1 218	5 968	141	1 312
2016	319	957	60	43

При высоких температурах из верхних слоев почвы и древесины высвобождаются радиоактивные вещества. Вместе с дымом и пеплом они разносятся ветром далеко за пределы загрязненных территорий [13].

Причем в зависимости от вида пожар (низовой, верховой или подземный), можно определить, какие изотопы и в каком количестве вовлечены в процесс горения и подняты с дымом. Для многих территорий, загрязненных 30 лет назад, поверхность земли уже не представляет особой угрозы для населения, так как почти все опасные элементы расположены на глубине 15–30 см либо удержаны в тканях деревьев (растений). Но при торфяном пожаре, в отличие от

лесного, гореть будут именно эти слои почвы. Кроме того, будут гореть деревья, накопившие в своих тканях радиоактивные материалы [14, 15].

Установлено, что сильные низовые и верховые пожары при уровне радиоактивного загрязнения почвы свыше 370 кБк/м² и при площади пожара свыше 0,5 га могут влиять на увеличение концентрации радионуклидов в атмосферном воздухе по сравнению с фоновой концентрацией на расстоянии до 20 км от пожара [16].

На территории лесного фонда, зараженного радионуклидами, в 2015 г. зарегистрирован 141 случай пожара на площади 1312,1 га. В 2016 г. на территории Гомельской и Могилевской областей, наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, зафиксировано 60 пожаров на общей площади 43 га. На указанных территориях за эти годы зафиксировано 20 случаев торфяных пожаров общей площадью 17,7 га.

Как видим, количество пожаров в разные годы меняется и зависит в основном от региона, времени, метеорологических условий и, в первую очередь, от степени антропогенной нагрузки на леса. В силу своего породного и структурного состава, сильного антропогенного воздействия леса республики являются потенциально пожароопасными со средним классом пожарной опасности 2,6.

Заключение. В связи с глобальным потеплением климата, можно предположить, что вероятность лесных пожаров будет только возрастать. Будет усиливаться опасность перераспределения радионуклидов на другие территории.

Проблема борьбы с лесными пожарами – проблема сложная, многогранная и как никогда актуальная. Решение ее требует привлечения и взаимодействия специалистов в различных областях знаний – экологов, работников лесного хозяйства, пожарных, экономистов, специалистов по сохранению биоразнообразия и охране здоровья человека и т. д.

Необходим комплекс организационно-технических и профилактических мероприятий по предупреждению возникновения и распространения пожаров и как можно более раннему обнаружению очагов возгорания и оперативному их тушению.

Литература

1. Усеня В. В., Каткова Е. Н., Ульдинович С. В. Лесная пирология. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. 260 с.
2. Характеристика лесных пожаров по особенностям их возникновения / Г. Я. Климчик [и др.] // Труды БГТУ. 2013. № 1: Лесное хоз-во. С. 73–75.
3. Особенности пирологической характеристики загораемости лесных горючих материалов в сносках / Г. Я. Климчик [и др.] // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 90–92.

4. Загораемость лесных горючих материалов в сосновых насаждениях / В. В. Усеня [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 2012. Вып. 72. С. 455–461.
5. Анализ динамики комплексного показателя горимости сосновых насаждений по условиям погоды с метеорологическими факторами / Г. Я. Климчик [и др.] // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 87–89.
6. Лесные пожары в Республике Беларусь за 2015–2016 годы. Минск: Национальный статистический Комитет Республики Беларусь. 2016. С. 1–16.
7. Правила пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь: постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 70 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2017. 8/31562.
8. Методика исчисления ущерба от низовых пожаров разной интенсивности / Г. Я. Климчик [и др.] // Природные ресурсы Национального парка «Припятский» и других особо охраняемых природных территорий Беларуси: изучение, сохранение, устойчивое использование: сб. науч. тр. Нац. парка «Припятский». Минск, 2009. С. 415–418.
9. Правила ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь. Гомель: Ин-т радиологии, 2017. 48 с.
10. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91. Введ. 01.07.92. М.: М-во внутрен. дел: М-во хим. пром-сти России, 1992. 76 с.
11. Домненков В. А. Радиационная обстановка в лесах // Лесное и охотничье хоз-во. 2013. № 2. С. 19–29.
12. Дворник А. М., Дворник А. А. Лесные пожары в зонах радиоактивного загрязнения // Эко-ПОТЕНЦИАЛ. 2016. № 2. С. 7–11.
13. Ипатьев В. А., Багинский В. Ф., Булавик И. М. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. Гомель: Институт леса, 1999. 454 с.
14. Дворник А. М., Дворник А. А. Атмосферный перенос радионуклидов с дымом лесных пожаров // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 2007. Вып. 67. С. 85–93.
15. Переволоцкая Т. В. Радиационное лесоводство: основы лесной радиэкологии. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. 45 с.
16. Критерии оценки радиационного воздействия: гигиенический норматив. Введ. 01.01.2013. Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2012. 232 с.

References

1. Usenya V. V., Katkova E. N., Uldinovich S. V. *Lesnaya pirologiya* [Forest pyro science]. Gomel, GGU imeni F. Skoriny Publ., 2011, 260 p.
2. Klimchik G. Ya., Usenya V. V., Gordey N. V., Mukhurov L. I. Characteristics of forest fires according to peculiarities of their occurrence. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 1: Forestry, pp. 73–75 (In Russian).
3. Klimchik G. Ya., Usenya V. V., Sayevich F. F., Mukhurov L. I. Peculiarities of the pyro characteristics of forest combustible materials in pine forests. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 1: Forestry, pp. 90–92 (In Russian).
4. Usenya V. V., Gordey N. V., Klimchik G. Ya., Mukhurov L. I. The combustibility of forest combustible materials in pine arboretums. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov instituta lesa NAN Belarusi* [Problems of forest science and forestry: collection of scientific works by the Forest Institute of the Belarus National Academy of Sciences], Gomel', 2012, issue 72, pp. 455–461 (In Russian).
5. Klimchik G. Ya., Usenya V. V., Gordey N. V., Mukhurov L. I. Analysis of the dynamics of the complex parameter of the pine arboretum burning, correlated to weather conditions and meteorological factors. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 1: Forestry, pp. 87–89 (In Russian).
6. Forest fires in the Republic of Belarus for 2015–2016. Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus Publ., 2016, pp. 1–16 (In Russian).
7. Fire safety rules in the forests of the Republic of Belarus: Order of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus, December 19, 2016, no. 70. *Natsionalnyy reestr pravovykh aktov Respubliki Belarus* [National register of legal acts of the Republic of Belarus], 2017, 8/31562 (In Russian).
8. Klimchik G. Ya., Richter I. E., Bakhur O. V., Shalima P. V. Methods of calculating damage from surface fires of different intensity. *Prirodnye resursy natsional'nogo parka "Pripyatskiy" i drugikh osobo okhranyaemykh prirodnnykh territoriy Belarusi: izucheniye, sokhraneniye, ustoychivoye ispol'zovaniye: sbornik nauchnykh trudov Natsional'nogo parka "Pripyatskiy"* [Natural resources of the Pripyatsky National Park and other protected natural areas of Belarus: study, conservation, sustainable use: collection of scientific publications by Pripyatsky National Park]. Minsk, 2009, pp. 415–418 (In Russian).

9. *Pravila vedeniya lesnogo khozyaystva v zonakh radioaktivnogo zagryazneniya* [Rules of forest management in radioactive contamination zones]. Gomel, Insntitut Radiologii Publ., 2017. 48 p.

10. GOST 12.1.004-91, 01/07/1992. Fire safety. General requirements. Moscow, Ministerstvo vnutrennikh del, Ministerstvo chimicheskoy promyshlennosti Rossii Publ., 1992. 76 p. (In Russian).

11. Domnenkov V. A. Radiation situation in the forests. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forest and Hunting Industry], 2013, no. 2, pp. 19–29 (In Russian).

12. Dvornik A. M., Dvornik A. A. Forest fires in radioactive contamination zones. *Eko-POTENTIAL* [Eco-POTENTIAL], 2016, no. 2, pp. 7–11 (In Russian).

13. Ipatiev V. A., Baginsky V. F., Bulavik I. M. *Lesnyye ekosistemy posle avarii na Chernobyl'skoy AES: sostoyaniye, prognoz, reaktsiya naseleniya, puti reabilitatsii* [Forest ecosystems after the Chernobyl nuclear power plant accident: state, prognosis, population response, ways of rehabilitation]. Gomel, Institut lesa Publ., 1999. 454 p.

14. Dvornik A. M., Dvornik A. A. Atmospheric transport of radionuclides with smoke from forest fires *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov instituta lesa NAN Belarusi* [Problems of forest science and forestry: collection of scientific works by the Forest Institute of the Belarus National Academy of Sciences]. Gomel, 2007, issue 67, pp. 85–93 (In Russian).

15. Perevolotskaya T. V. *Radiatsionnoye lesovodstvo: osnovy lesnoy radioekologii* [Radiation forestry]. Gomel, GGU imeni F. Skoriny, 2014. 45 p.

16. Hygienic standard. Radiation exposure assessment criteria. Minsk, Ministerstvo zdravookhraneniya Respubliki Belarus Publ., 2012. 232 p. (In Russian).

Информация об авторах

Гармаза Андрей Константинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: garmaza@belstu.by

Ермак Иван Тимофеевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ite2009@tut.by

Босак Виктор Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bosak1@tut.by

Перетрухин Виктор Васильевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Viktor@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

Климчик Геннадий Яковлевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: klimchik@belstu.by

Information about the authors

Garmaza Andrey Konstantinovich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: garmaza@belstu.by

Yermak Ivan Timofeevich – PhD (Biology), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ite2009@tut.by

Bosak Viktor Nikolaevich – DSc (Agriculture), Professor, Head of the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bosak1@tut.by

Peretrukhin Viktor Vasil'evich – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Viktor@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: gregory@rambler.ru

Klimchik Gennady Yakovlevich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Occupational Safety. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: klimchik@belstu.by

Поступила 10.04.2017