УДК 664.72

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-5-12

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО ЗЕРНА НА СТРУКТУРУ
ЕГО ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОТЕРЬ**¹*Зазуля Александр Николаевич*²*Латышенок Михаил Борисович*²*Макаров Валентин Алексеевич*²*Латышенок Надежда Михайловна*³*Гаспарян Светлана Валентиновна*¹*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»*²*Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.*³*Академия права и управления ФСИН России*

Реферат. Рассмотрены вопросы выбора и обоснования рационального способа хранения семенного зерна в различных условиях для малых и средних фермерских хозяйств. Для исследования выбраны репродуктивные семена яровой пшеницы сорта «КВС Аквилон». Изучали следующие способы хранения: зерносклад, элеватор, контейнер с регулируемой средой (под навесом, в зерноскладе). Из анализа полученных данных следует, что естественная убыль семенного зерна, с определённой долей вероятности, равна нормативному значению, что свидетельствует об отсутствии нарушений технологии хранения семенного зерна во всех исследуемых случаях. При исследованиях в контейнерах наблюдали возникновение в процессе хранения условий, при которых зерно из-за недостатка кислорода в газовой смеси в межзерновом пространстве было вынуждено перейти на анаэробное дыхание. Потери за счет расходования твердого вещества (невозполнимые) составили 25-34% от общих естественных потерь. Восполняемые потери за счет снижения влажности зерна при хранении насыпью на складе были 10 - 20%. При хранении в таре убыль семенного зерна за счет уменьшения частоты была незначительной (17%) из-за увеличения сорных примесей при механическом воздействии на мешок с зерном при его перекладке. Основную долю естественной убыли зерна при хранении в затаренном виде составляли выполнимые потери за счёт снижения влажности зерна (74 - 76%). Потери от понижения частоты семян имели показатель весомости 12-15% и были связаны с развитием насекомых вредителей в зерновой насыпи. Восполняемые потери от снижения влажности зерна составили 10% от общих естественных потерь зерна при хранении. В целом, применение оценочных показателей на основе проведенных исследований позволили дать объективную оценку качественных показателей семенного зерна в процессе сезонного хранения.

Ключевые слова: хранение, семенное зерно, качественные показатели, весомость, естественная убыль.

**THE INFLUENCE OF THE METHOD OF STORAGE OF SEED GRAIN
ON THE STRUCTURE OF ITS NATURAL LOSSES**¹*Zazulya Alexander*²*Latyshenok Mikhail*²*Makarov Valentin*²*Latyshenok Nadezhda*³*Gasparyan Svetlana*¹*All-Russian Scientific and Research Institute of Use of Techniques and Oil Products in Agriculture*²*Ryazan state agrotechnological university named after P. A. Kostychev*³*Academy of law and management of the federal penitentiary service of Russia*

Abstract. The questions of the choice and substantiation of a rational method of storing seed grain in various conditions for small and medium-sized farms are considered. Reproductive seeds of spring wheat

variety "KVS Akvilon" were selected for research. The following storage methods: grain storage, elevator, container with a controlled environment (under a canopy, in a grain storage) were studied. From the analysis of the data obtained, it follows that the natural loss of seed grain, with a certain degree of probability, is equal to the standard value, which indicates the absence of violations of the storage technology of seed grain in all cases studied. The appearance during storage of conditions under which the grain, due to the lack of oxygen in the gas mixture in the intergranular space, was forced to switch to anaerobic respiration, was observed during studies in containers. Losses due to the consumption of solids (irreplaceable) amounted to 25-34% of the total natural losses. The recoverable losses due to the decrease in grain moisture during storage in bulk in the warehouse were 10 - 20%. The decrease in seed grain during storage in a container due to a decrease in frequency was insignificant (17%) due to an increase in trash impurities during mechanical action on a bag with grain during its transfer. The main share of the natural loss of grain during storage in bagged form was made up of feasible losses due to a decrease in grain moisture (74 - 76%). Losses from a decrease in the frequency of seeds had a weight index of 12-15% and were associated with the development of insect pests in the grain mound. Recoverable losses from a decrease in grain moisture amounted to 10% of the total natural losses of grain during storage. In general, the use of estimated indicators based on the studies carried out made it possible to give an objective assessment of the quality indicators of seed grain in the process of seasonal storage.

Key words: storage, seed grain, quality indicators, weight, natural loss.

Введение. В современных условиях развития агропромышленного комплекса, из-за отсутствия надлежащей материально-технической базы и научно обоснованных способов хранения семян, средние и малые крестьянско-фермерские хозяйства столкнулись с проблемой сезонного хранения семенного фонда, что представляет сложный физиологический и динамический процесс, во время которого зерно и особенно семенное может изменять свои свойства и обычно в худшую сторону. Многие сельские товаропроизводители видят решение этой проблемы в передаче своих семенных фондов на ответственное хранение на элеваторы, где в процессе хранения зерно обычно теряет свою физическую массу и качество. Это приводит к разногласиям между владельцами элеваторов и зерно сдатчиками.

Существует взаимосвязь между двумя основными видами потерь зерна (потери в массе и в качестве) в период хранения. О потерях в массе судят по уменьшению количества хранящегося семенного зерна из-за просыпки и травмирования при выполнении работ во время транспортировки и подработки зерновой массы в период хранения. Потери в качестве определяются по уменьшению содержания в продуктах полезных веществ, и снижению их потребительной стоимости. При хранении семенного зерна к этим потерям относятся уничтожение зерна в процессе его хранения птицами, грызунами и насекомыми, развитие микроорганизмов в зерновой массе, анаэробное дыхание зерна, а также потеря репродуктивных свойств зерна.

Из всех перечисленных потерь зерна при хранении лишь некоторые являются неизбежными. Их нельзя полностью устранить, сохраняя семенное зерно в живом виде, это потери представляют естественную убыль зерна. Естественная убыль по природе складывается из механических и биологических потерь. Неизбежную механическую потерю вызывает распыл минеральной и зерновой пыли при перемещении и вентиляции зерна. Биологические потери связаны со снижением массы зерна в процессе его дыхания, которое может потребовать расходования сухих веществ при изменении состава межзерновой воздушной смеси и переходе зерна на анаэробное дыхание, а также потери, возникшие в результате усушки зерна.

В свою очередь все потери зерна можно разделить на две категории: не восполняемые и восполняемые. К восполняемым потерям семенного зерна в процессе его хранения относятся только потери, связанные со снижением влажности семенного зерна. Все остальные потери являются не восстанавливаемыми.

Цель исследований – выбор и обоснование рационального способа хранения семенного зерна в различных условиях для малых и средних фермерских хозяйств.

Материалы и методы. Фактическая убыль зерна устанавливалась путем взвешивания контрольной пробы зерна и рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{фак}} = M_1 - M_2, \quad (1)$$

где $Z_{\text{фак}}$ – фактическая убыль зерна за время хранения, кг; M_1 – масса зерна по приходу на хранение, кг; M_2 – масса зерна по расходу после хранения, кг.

Соблюдение нормы естественной убыли свидетельствует о соблюдении требований технологии хранения зерна на элеваторах, но при возникновении спорных ситуаций рекомендуется использовать дополнительный ряд оценочных показателей.

Весомость потерь зерна из-за снижения его влажности определялась из выражения

$$\Delta\varphi = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{\varphi_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $\Delta\varphi$ – весомость потерь зерна из-за снижения его влажности, %; φ_1 – влажность зерна по приходу, %; φ_2 – влажность зерна по расходу, %.

Весомость потерь зерна из-за повышения количества сорной примеси (ΔC) определяют по формуле:

$$\Delta C = \frac{(\chi_1 - \chi_2)}{\chi_1} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где χ_1 – чистота семенного зерна по приходу, %; χ_2 – чистота семенного зерна по расходу, %.

Весомость потерь зерна за счет расходования сухих веществ зерна на его дыхание (ΔD) определялась из выражения

$$\Delta D = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где m_1 – масса 1000 семян по приходу на хранение, кг; m_2 – масса 1000 семян по расходу после хранения, кг.

Показатель весомости и причины возникновения естественной убыли зерна определялись, как отношение весомости i -ой причины к сумме весомостей всех причин естественной убыли при j -ой способе хранения семенного зерна

$$U_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum Y_{ij}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где U_{ij} – показатель весомости i -ой причины естественной убыли зерна при j -ой способе хранения семенного зерна, %;

В качестве исследуемого материала были взяты репродуктивные семена яровой пшеницы сорта «КВС Аквилон», полученные от последующего пересева элитных семян третьего поколения для семенных целей. Репродуктивные семена категории РС-3 перед закладкой зерна на хранение имели следующие сортовые и посевные качества: сортовая частота – $\geq 98\%$; чистота семян – $\geq 98\%$; содержание семян других растений – ≥ 40 шт./кг; лабораторная всхожесть не менее 92 %; влажность семян до 15%, а для закладываемых на хранение сроком более 12 месяцев в металлических силосах не более 12%.

Определение частоты, влажности, массы 1000 семян, зараженности болезнями, зараженность вредителями, жизнестойкости и лабораторной всхожести проводилась по методикам государственных стандартов [1-3].

Для наблюдений за состоянием зерна в силосах и контейнерах делались специальные отверстия с плотно закрывающимися крышками. Периодичность наблюдения за температурой семян устанавливалась в зависимости от наивысшей температуры, обнаруженной в отдельных слоях зерновой насыпи. При температуре насыпи была менее 10 °С, то наблюдение проводилось 1 раз в 15 дней, если 10 – 20 °С, то 1 раз в 10 дней, если более 20 °С 1 раз в 7 дней. По повышению температуры семенного зерна, не связанному с изменением температуры окружающей среды судят о начале активной вентиляции зерновой массы с целью её охлаждения. Температуру зерновой насыпи в этом случае контролируют ежедневно.

Влажность семенного зерна, хранящегося в зерноскладе или силосе, контролировалась через каждые 10 дней с помощью влагомера ИВДМ-2-01.

Для определения постороннего запаха зерна отобранную из средней пробы навеску зерна с массой около 100 г помещали на сито и пропаривали в течение 2-3 минут над сосудом с кипящей

водой. Затем пропаренное зерно помещали на чистый лист бумаги и определяли наличие постороннего запаха по ГОСТ 10967-90.

Для определения степени обесцвечивания зерна отбиралась навеска массой около 20 г, очищенную от сорных и зерновых примесей. Сравнения проводилось визуально при рассеянном дневном свете.

Определения зараженности болезнями и вредителями проводилась на станции защиты растений в соответствии с методиками, указанными в государственных стандартах по ГОСТ 120044, 120045, 13586.6.

Содержание зерен каждой стадии обесцвечивания вычисляли в по формуле (%):

$$X = (m \cdot 100) / M, \quad (6)$$

где m – масса с полной потерей блеска и обесцвечиваемости в области спинки и бочков зерна, г; M – масса навески, г.

При определении степени обесцвечивания зерна опирались на требования ГОСТ 10967-90.

Посевные качества зерна устанавливались в соответствии с требованиями государственным стандартом ГОСТ 52325-2005.

Для определения массы контрольной пробы зерна было проведено пятикратное взвешивание точечных проб зерна, взятых на глубине 30...50 см от поверхности зерновой насыпи.

Результаты и их обсуждение. За время хранения наблюдалась естественная убыль массы семенного зерна, нормы которой были определены в соответствии с приказом Минсельхоза РФ №3 от 14 января 2009 года применительно к условиям второй климатической зоны, и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Естественная убыль семенного зерна в зависимости от способа его хранения

Показатель, %.	Способ и продолжительность хранения семенного зерна									
	Зерносклад				Элеватор		Контейнер с регулируемой воздушной средой			
	Насыпью		В таре				Под навесом		В зерноскладе	
	8 мес	20 мес.	8 мес.	20 мес.	8 мес.	20 мес.	8 мес	20 мес.	8 мес	20 мес.
Нормативная естественная убыль, $Z_{\text{нор}}$	0,1	0,15	0,07	0,12	0,07	0,13	-	-	-	-
Фактическая естественная убыль, $Z_{\text{фак}}$	0,103	0,157	0,068	0,112	0,071	0,136	0,061	0,122	0,064	0,117
Весомость потерь из-за снижения влажности, $\Delta\phi$	0,030	0,051	0,044	0,09	0,011	0,04	0,056	0,111	0,057	0,107
Весомость потерь за счет сорных примесей, ΔC	0,041	0,043	0,005	0,01	0,012	0,01	0,002	0,006	0,003	0,005
Весомость потерь за счет расходования сухих веществ на дыхание зерна, ΔD	0,029	0,053	0,019	0,012	0,048	0,086	0,003	0,005	0,004	0,005

Анализ представленных в таблице 1. результатов показал, что естественная убыль семенного зерна, с определённой долей вероятности, была равна нормативному значению. Это свидетельствовало о том, что в процессе проведения экспериментов по каждому исследуемому способу хранения не была нарушена технология хранения семенного зерна.

Для изучения структуры естественной убыли зерна было проведено замеры и сделаны расчеты потерь массы зерна во время хранения и показателей весомости факторов, определяющих эти потери (таблица 2).

Таблица 2 – Показателей качества семенного зерна яровой пшеницы сорта «КВС Аквилон» после хранения.

Наименование показателя качества семенного зерна	Способ хранения семенного зерна, месяцы									
	Склад				Элеватор			Контейнер с регулируемой воздушной средой		
	Насыпью		В таре					Под навесом	В складе	
	8	20.	8	20	8	20	8	20	8	20
Частота семян, %	93,6	90,4	97,1	96,3	97,4	93,9	98,0	97,6	97,9	97,7
Влажность, %	14,1	13,8	13,5	13,0	14,4	14,7	13,8	13,2	13,8	13,5
Лабораторная всхожесть, %	90,9	87,6	95,4	92,1	82,5	69,3	96,8	94,7	96,9	95,2
Живучесть, %	91,5	89,5	96,4	94,3	87,5	83,6	96,5	94,1	96,3	94,9
Масса 1000 семян, грамм	35,6	34,7	36,1	35,9	34,2	32,4	35,9	35,8	36,1	36,0
Зараженность болезнями, %	0,2	0,5	0,2	0,3	3,9	6,8	0,1	-	0,2	0,1
Зараженность насекомыми вредителями, шт./кг	19,2	36,6	4,4	8,0	24,8	39,9	2,1	2,2	2,4	2,8
Цвет семян X, %	12,8	20,2	7,1	8,4	22,8	32,4	4,2	5,2	4,8	5,0
Запах семян	Слабый амбарный	амбарный	нет	нет	амбарный	Сильный амбарный	нет	нет	нет	нет

Для исследований использовали статистический критерий Пирсона. Так как расчётное значение критерия Пирсона оказалось больше табличного с уровнем надёжности $P = 0,95$, то был сделан вывод о неслучайном совпадении результатов исследования естественной убыли зерна в период его хранения. Результаты расчетов представлены в виде круговых диаграмм на рисунке 1 обслуживающего персонала по зерновой массе при установке и перемещению оборудования для активного вентилирования зерна на дыхание семян.

Это свидетельствует о возникновении в процессе хранения условий, при которых зерно из-за недостатка кислорода в газовой смеси в межзерновом пространстве было вынуждено перейти на анаэробное дыхание. Потери за счет расходования твердого вещества составили 25...34% от общих естественных потерь. Потери от снижения частоты зерна и расходования твердого вещества на его дыхания являются невосполнимыми.

Восполняемые потери за счет снижения влажности зерна при хранении зерна насыпью в складе составляли 10 - 20%.

При хранении семенного зерна в таре (мешки из полипропиленовой ткани) убыль зерна за счет уменьшения частоты зерна были незначительной, и составляла в структуре потерь примерно 17% и было связана с увеличением сорных примесей при механическом воздействии на мешок с зерном при его перекалке.

Расход сухих веществ на дыхание зерна наблюдался, но его величина была не критична и составляла 7 % через 8 месяцев хранения и 9 % через 20 месяцев хранения, так как полипропиленовая ткань не герметична и позволяла хоть и ограничено осуществлять естественную вентиляцию межзернового пространства.

Основную долю естественной убыли зерна при хранении зерна в затаренном виде составляли выполнимые потери за счёт снижения влажности зерна (74 - 76%), которые могли быть устранены в ходе подготовки семян к посеву.

Показатель потерь зерна за счет: 1- изменения его влажности; 2 - изменения чистоты;
3 – расхода твердого вещества на дыхание
Рисунок 1 – Диаграммы изменения показателей весомости естественных потерь зерна, при различных способах и сроках его хранения

После хранения семенного зерна в металлическом элеваторе оно имело щуплый вид и самые значительные изменения органолептических свойств по сравнению с другими способами хранения. Сравнительный анализ показателей весомости естественных потерь показал, что наибольшие потери были связаны с расходом твердого вещества на дыхание семян (показатель весомости составил 76...78%).

Эти потери были вызваны накоплением углекислого газа в придонном слое внутри элеватора и переходом зерна находящегося в этом слое на анаэробное дыхание.

Потери от понижения частоты семян имели показатель весомости 12-15% и были связаны с развитием насекомых-вредителей в зерновой насыпи. Восполняемые потери от снижения влажности зерна составили 10% от общих естественных потерь зерна при хранении.

Потери массы семенного зерна при его хранении в герметичном металлическом контейнере с регулируемой воздушной средой из всех исследуемых способов хранения имели минимальное значение сопоставимого только со способом хранения зерна в затаренном виде. Основную долю в структуре этих потерь составили потери от изменения влажности семян, она была равна 90...92% и не зависима от срока хранения.

Потери от изменения частоты семян и расхода твердого вещества зерна на его дыхание были приблизительно равны. В сумме они составляли 8...10%.

Вывод. Применение дополнительных оценочных показателей количества и качества семенного зерна позволит дать более объективную оценку причин потерь зерна во время его хранения и обосновать наиболее рациональный способ и технологию хранения и снизит количество трудовых споров между владельцами элеваторов и хлеборобом.

Список литературы

1. Лабораторные исследования сохранности семенного зерна в контейнере с разряженной атмосферой [Текст] М.Б. Латышенко, М.Ю. Костенко, Н.М. Латышенко, А.В. Ивашкин //Вестник РГАТУ. – 2018. №3 - С 98-102
2. Результаты исследований жизнедеятельности насекомых-вредителей в период хранения зерна в контейнере с разряженной атмосферой [Текст] М.Б. Латышенко, М.Ю. Костенко, Н.М., Латышенко, А.В. Ивашкин //Вестник РГАТУ. – 2019. №1 – С 119-124
3. Особенности вентиляции зерновой насыпи находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой [Текст] М.Б. Латышенко, В.А. Макаров, Н.М., Латышенко, А.А. Слободскова, А.В. Ивашкин // Наука в центральной России. Тамбов. 2020 №3 С40-46
4. Пат.2713802. Устройство хранения зерна в регулируемой воздушной среде и способ его осуществления/ Латышенко М.Б., Ивашкин А.В., Латышенко Н.М., Биленко В.А., Голубенко М.И.;заявители и патентообладатели Латышенко М.Б., Ивашкин А.В., Латышенко Н.М., Биленко В.А., Голубенко М.И. - № 2019112936; заяв. 26.04.19; опублик.07.02.2020 Бюл. №4.
5. Мачихина, Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) /Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. Львова. М.: ДеЛипринт, 2007. – 382 с.
6. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O. Anyim, (1991).
7. Benavides, C. Design of grain handling and storage facilities for tropical countries / C. Benavides, Don Sup Chung // Food and feed Grain Institute. – Manhattan, 1989.
8. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov , N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118

References

1. Laboratornye issledovaniya sohrannosti semennogo zerna v kontejnere s razryazhennoj atmosferoj [Tekst] M.B. Latyshenok, M.YU. Kostenko, N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin //Vestnik RGATU. – 2018. №3 - S 98-102
2. Rezul'taty issledovaniy zhiznedejatel'nosti nasekomyh-vreditel'ej v period hraneniya zerna v kontejnere s razryazhennoj atmosferoj [Tekst] M.B. Latyshenok., M.YU. Kostenko, N.M., Latyshenok, A.V. Ivashkin //Vestnik RGATU. – 2019. №1 – S 119-124
3. Osobennosti ventilyacii zernovoj nasypy nahodyashchejsya na hranenii v germetichnom silose s reguliruemoj vozdušnoj sredoj [Tekst] M.B. Latyshenok., V.A. Makarov, N.M., Latyshenok, A.A. Slobodskova, A.V. Ivashkin // Nauka v central'noj Rossii. Tambov. 2020 №3 S40-46

4. Pat.2713802. Ustrojstvo hraneniya zerna v reguliruemoy vozduшной среде i sposob ego osushchestvleniya/ Latyshenok M.B., Ivashkin A.V., Latyshenok N.M., Bilenko V.A., Golubenko M.I.; zayaviteli i patentoobladateli Latyshenok M.B., Ivashkin A.V., Latyshenok N.M., Bilenko V.A., Golubenko M.I. - № 2019112936; zayav. 26.04.19; opubl.07.02.2020 Byul. №4.
5. Machihina, L.I. Nauchnye osnovy prodovol'stvennoy bezopasnosti zerna (hranenie i pererabotka) /L.I. Machihina, L.V. Alekseeva, L.S. L'vova. M.: DeLiprint, 2007. – 382 s.
6. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O. Anyim, (1991).
7. Benavides, C. Design of grain handling and storage facilities for tropical countries / C. Benavides, Don Sup Chung // Food and feed Grain Institute. – Manhattan, 1989.
8. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov , N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Зазуля Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: zazulja_an@rambler.ru.

Латышенок Михаил Борисович – доктор технических наук, профессор Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, Россия, г. Рязань, e-mail: 1907073@yandex.ru.

Макаров Валентин Алексеевич – доктор технических наук, профессор Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, Россия, г. Рязань, e-mail: va_makarov@rambler.ru.

Латышенок Надежда Михайловна – кандидат технических наук, доцент Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, Россия, г. Рязань, e-mail: t921621@mail.ru.

Гаспарян Светлана Валентиновна – кандидат экономических наук, доцент Академии права и управления ФСИН России, Россия, г. Рязань, e-mail: gasparyan.svetlana@yandex.ru.

Author credentials

Affiliations

Zazulya Alexander – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of All-Russian Scientific and Research Institute of Use of Techniques and Oil Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: zazulja_an@rambler.ru.

Latyshenok Mikhail – Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostycheva, Russia, Ryazan, e-mail: 1907073@yandex.ru.

Makarov Valentin – Full Doctor of Technical Sciences, Professor of Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostycheva, Russia, Ryazan, e-mail: va_makarov@rambler.ru.

Latyshenok Nadezhda – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostycheva, Russia, Ryazan, e-mail: t921621@mail.ru.

Gasparyan Svetlana – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Academy of law and management of the federal penitentiary service of Russia, Russia, Ryazan, e-mail: gasparyan.svetlana@yandex.ru.

Поступила в редакцию (Received): 23.07.2021

Принята к публикации (Accepted): 16.08.2021