

**ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ.
PROBLEMS. JUDGEMENTS. BRIEF REPORTS**

Краткие сообщения

УДК 631.362.34.0

doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.019

Очистка семенного зерна ячменя

**А.А. Абидуев¹, А.С. Пехутов¹, Д.-Ц.Б. Бадмацыренов¹, П.А. Болоев^{2,1},
Г.Е. Кокиева¹**

¹Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

²Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия
Автор, ответственный за переписку: Андрей Александрович Абидуев, abana47@mail.ru

Аннотация. Семенной материал ячменя в хозяйствах Республики Бурятия имеет неудовлетворительное качество, в основном, по содержанию семян сорных и культурных растений, в частности пшеницы. Анализ размерных характеристик семян ячменя и пшеницы показывает, что мелкие семена пшеницы могут быть выделены из обрабатываемого материала на подсевном сите с продолговатыми отверстиями как мелкие примеси, а оставшиеся в нем семена данного засорителя могут быть выделены в зерноочистительной машине с ячеистым цилиндром как короткие примеси. Путем анализа нормальных распределений длины семян ячменя и пшеницы установлено, что при разделении зерновой смеси по максимальной длине последней обеспечивается высокое качество обработки. Разработана методика выбора размера ячеек цилиндра зерноочистительной машины для очистки семян ячменя от коротких примесей (пшеницы). Размер ячеек цилиндра рекомендуется выбирать 1,10 – 1,25-кратным максимальной длины коротких примесей. Для окончательной очистки семян от пшеницы в хозяйствах Республики Бурятия рекомендуется обработать их в зерноочистительной машине с ячеистым цилиндром с размером ячеек 8,5 мм. Теоретическими и экспериментальными исследованиями обоснована технология очистки семенного зерна ячменя от трудноотделимых примесей и методика выбора размера ячеек цилиндров зерноочистительной машины для очистки семян ячменя от коротких примесей (пшеницы).

Ключевые слова: семена, очистка, подсевное сито, зерноочистительная машина с ячеистым цилиндром.

Brief report

Cleaning of barley seed grains

Andrey A. Abiduev¹, Alexander S. Pekhutov¹, Dugar-Tsyren B. Badmatsyrenov¹, Peter A. Boloev^{2,1}, Galiay E. Kokieva¹

¹Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

²Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Corresponding author: Andrey A. Abiduev, abana47@mail.ru

Abstract. The barley seed material on the farms of the Republic of Buryatia is of unsatisfactory quality mainly due to the presence of seeds of weed and cultivated plants, in particularly the presence of wheat grains. Analysis of the size features of barley and wheat seeds showed that the smaller wheat seeds can be isolated from the sowing material on a pre-sowing sieve with oblong holes as small impurities, and the remained seeds of this weed can be isolated in a grain cleaning machine with a cellular cylinder as short impurities. After analyzing of the normal length distributions of barley and wheat seeds, it was found out that during separating the grain mixture according to the maximum length of the latter, the high quality of processing is ensured. A method of selecting sizes of the cylinder cells of a grain cleaning machine for cleaning barley seeds from short impurities (wheat) was developed. It is recommended to choose the size of the cylinder cells equaled to 1.10 – 1.25 times of the maximum length of short impurities. For the final cleaning barley seeds from the wheat grains on the farms of the Republic of Buryatia, it is recommended to process them in a grain cleaning machine with a cellular cylinder with a cell size of 8.5 mm. The technology of cleaning barley seed grains from hard-to-separate impurities and the method of choosing the size of the cylinder cells of a grain cleaning machine for cleaning barley seeds from short impurities (wheat) were proved by the theoretical and experimental studies.

Keywords: seeds, cleaning, seeding sieve, grain cleaning machine with a cellular cylinder.

Введение. В хозяйствах Республики Бурятия высеваются семена неудовлетворительного качества. Часть семенного материала не отвечает требованиям стандарта [1] по засоренности. Обработка семенного зерна на зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ-20 с ячеистыми цилиндрами с размером ячеек 5,0 и 9,5 мм [2] и по известной схеме на воздушно-решетной машине и машине с ячеистыми цилиндрами с размером ячеек 6,3 и 11,2 мм [3] не гарантирует получение высококачественных семян.

На практике пшеница и овес отделяются из зерна лишь частично. Отделение овса и овсюга из зерна приведены в работах [4, 5]. Установлено, что для отбора длинных примесей необходимо пропустить зерно через зерноочистительную машину с ячеистым рабочим органом с ячейками 11,2 мм.

Пшеница в семенах ячменя может быть отнесена к короткой примеси, т. е. данная примесь может быть выбрана из обрабатываемого материала в зерноочи-

стительной машине с ячеистым цилиндром как короткие примеси.

Известно, что изменение размеров семян соответствует закону нормального распределения, корреляция их размеров достаточно высокая [6, 7]. Качественные показатели процесса отделения примесей из зернового материала по поперечному размеру и максимальной длине короткой примеси (пшеницы) могут быть определены с учетом высокой корреляции указанных размеров [8, 9].

Условия и методы исследований. Поперечный размер компонентов зерна определялся путем просеивания на сите с продолговатыми отверстиями. Длину частиц устанавливали путем измерения. Полученные данные обрабатывались методом статистической обработки [10, 11].

При фракционировании зерновой смеси по длине расчетным путем обеспечивается высокая значительность отбора данной примеси E и доля готовой продукции B (рис. 1).

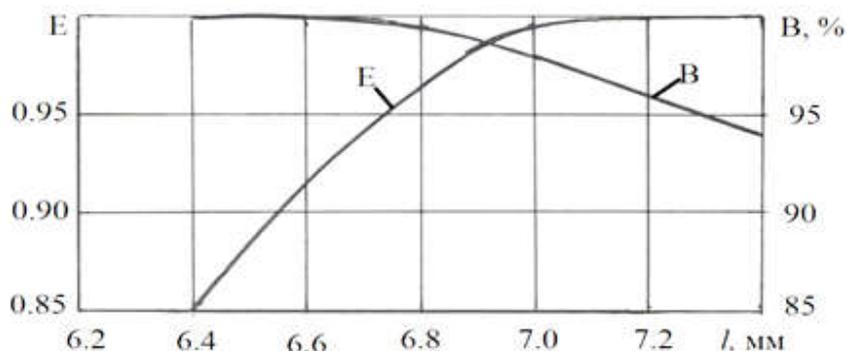


Рисунок 1. Изменение значительности отбора короткой примеси E и доли готовой продукции B в зависимости от длины l разделения зерна

Высокая значительность отбора примеси $E = 0,997$ и доля готовой продукции $B = 96,1\%$ наблюдается при фракционировании зерновой смеси по максимальной длине семян пшеницы (7,2 мм) (см. рис. 1). Теоретическими исследованиями необходимо обосновать размер ячеек, обеспечивающий разделение зерна по максимальной длине коротких примесей (7,2 мм).

Известно, что зерновки продолговатой формы теряют контакт с несущей поверхностью (ячейкой) в процессе поворота вокруг своей нижней точки опоры, на что, естественно, затрачивается определенное время [12]. Процесс опрокидыва-

ния длинных (овсюга) и коротких зерен (пшеницы) из ячеек цилиндра зерноочистительной машины рассмотрен нами ранее в работе [13]. Подобным образом изучено опрокидывание семян ячменя и короткой примеси (пшеницы) из ячеек цилиндров зерноочистительной машины. Зоны отрыва длинных (семян ячменя) и коротких зерен (пшеницы) от несущей поверхности (ячеек) зерноочистительной машины имеют расхождение в случае, когда размер ячеек превышает максимальную длину коротких зерен на 10-25%, т. е. при их соотношении, равном $\mu = 1,10 - 1,25$ (рис. 2).

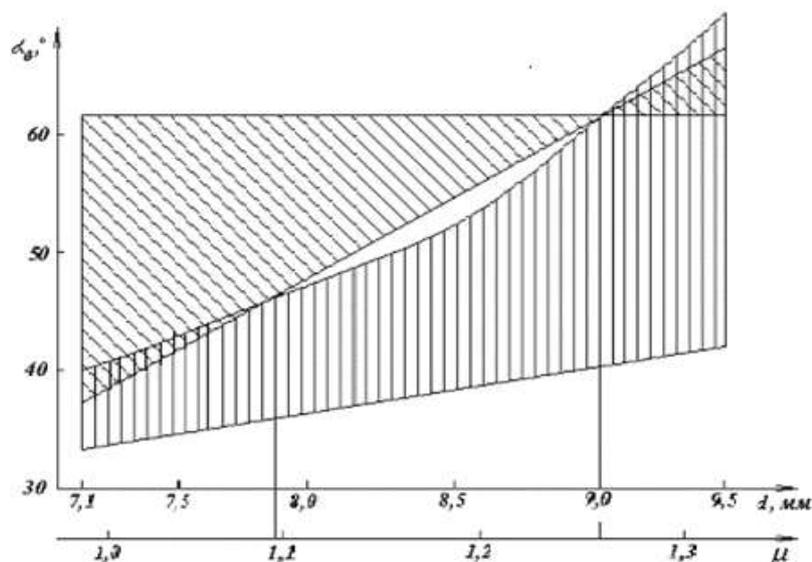


Рисунок 2. Изменение зон отрыва длинных и коротких зерен от несущей поверхности (ячеек) в зависимости от диаметра ячейки d :

— зона выпадения семян ячменя;
 — зона выпадения семян пшеницы;

Обоснование процесса обработки зерна осуществлялось с использованием метода математического моделирования [14, 15].

Таким образом, размер ячеек машины для отбора из семян ячменя коротких

примесей (пшеницы) рекомендуется выбрать 1,10 – 1,25-кратным максимальной длины указанных примесей.

Результаты исследований и их анализ. Распределение размеров семян и их примесей приведено на рисунках 3 и 4.

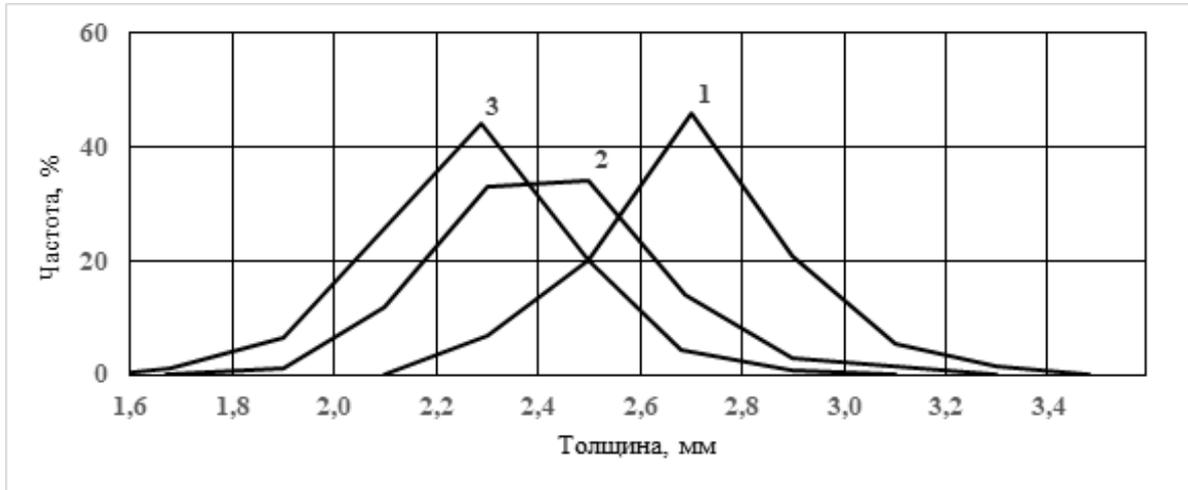


Рисунок 3. Распределение поперечного размера семян и их примесей: 1 – ячмень; 2 – пшеница; 3 – овес

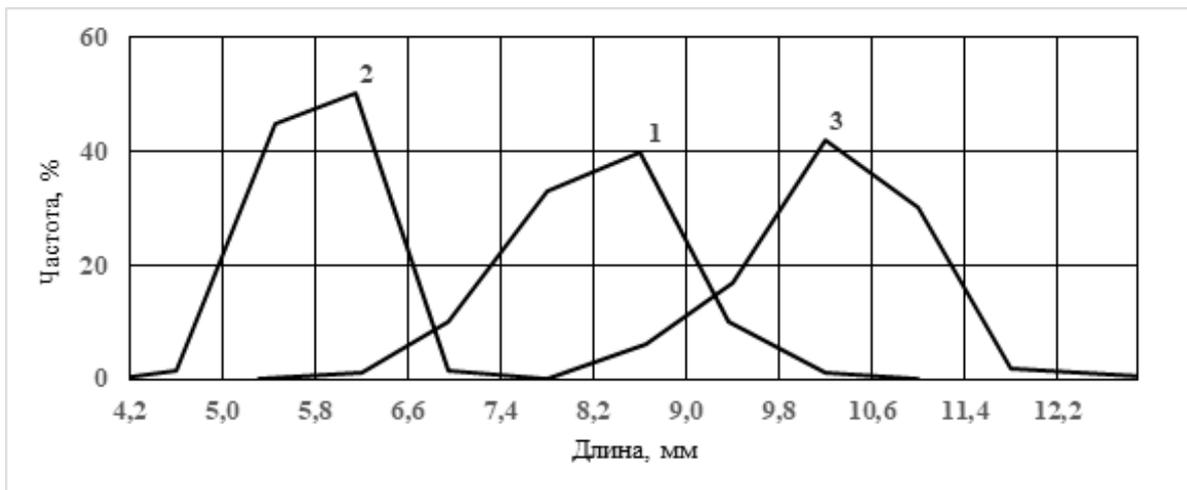


Рисунок 4. Распределение длины семян и их примесей: 1 – ячмень; 2 – пшеница; 3 – овес

Мелкие семена овсяга, овса и пшеницы могут быть отобраны из обрабатываемого материала на подсевном сите, а оставшиеся в нем примеси – в ячеистых цилиндрах с ячейками 8,5 и 11,2 мм.

Для экспериментальных исследований было выбрано семенное зерно с засоренностью пшеницей 622 шт/кг. После обработки зерна на воздушно-решетной машине и в цилиндре с ячейками 8,5 мм обеспечивалось, в отличие от обработки семян по существующей технологии, по-

лучение репродукционных семян по засоренности. При этом значительность отбора данной примеси из семян составила 0,95, что на 0,26 выше, чем по существующей схеме.

Заключение. Разработана технология очистки семенного зерна ячменя от пшеницы, включающая обработку материала на воздушно-ситовой машине и в ячеистом цилиндре с ячейками 8,5 мм. Разработаны рекомендации по выбору размера ячеек зерноочистительной машины.

Рекомендации. Для очистки семян ячменя от пшеницы рекомендуется обработать их на воздушно-ситовой машине с

выделением на подсевном сите примеси мелких семян и машине с ячеистыми цилиндрами с размером ячеек 8,5 мм.

Список источников

1. ОСТ Р 52325 – 2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. ОКС 65.020.20. – Взамен ГОСТ 10467-76; Введ. 01.01.2006.
2. Галкин В.Д., Галкин А.Д., Елисеев С.Л. Технологии, машинв и агрегаты послеуборочной обработки зерна и семян. Пермь. 2021. 143 с. EDN: DDEGFG
3. Очистка семян ржи и ячменя от мелких и крупных примесей на пневмосепарирующей маштне с разделением частиц по свиле тяжести / А.О. Жигжитов, С.С. Ямпиллов, Г.Ж. Хандакова, Ж.Б. Цыбенков, В.Б. Балданов // Вестник ВСГУТУ. 2023. № 3 (90). С. 60-65. EDN: EFAHNO.
4. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей / А.А. Абидуев, А.С. Пехутов, М.Б. Балданов, А.Ю. Тогмидон // Вестник ДальГАУ. 2022. № 3. С. 74 - 80. EDN: RVKSDJ
5. Очистка семенного зерна ячменя в условиях Республики Бурятия / А.А Абидуев, Д.Н. Раднаев, А.Ю. Тогмидон, А.Д. Шагжиев, Ал.А. Абидуев // Вестник ВСГУТУ. 2023. № 1 (88). С. 46 – 52. EDN: APYYLQ
6. Научное и техническое обеспечение производства и переработки зерна в условиях Бурятии: научно-практические рекомендации / под науч. ред. профессора Д.Н. Раднаева. Улан-Удэ, 2023. 185 с.
7. Теоретические исследования движения зерна по решетку, совершающему колебания в своей плоскости / А.В. Фоминых, Ю.Н. Мекшун, Д.В. Лопарев, Н.В. Ковшова // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 3 (31). С. 72-74. EDN: HIBEWZ.
8. Математическое описание процесса разделения на фракции сыпучего материала в устройстве для очистки зерна / С.С. Ямпиллов, Ж.Б. Цыбенков, Н.И. Мошкин, Н.Д. Бадмаева, Л.О. Онхонова // Вестник ВСГУТУ. 2022. № 1 (84). С. 42-48. EDN: XCIBQV.
9. Параметры и режимы процесса очистки семян ячменя от овсюга по комплексу свойств / В.Д. Галкин, А.Д. Галкин, В.А. Хандриков, К.А. Грубов // Пермский аграрный вестник. 2020. № 1 (29). С. 4-12.
10. Терехова Н.А., Веденева Н.Г. Статистические методы обработки данных, применяемые в почвенных исследованиях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 26–27 января 2023 года. Оренбург, 2023. С. 3809-3811. EDN: FDTEYB.
11. Рязанов А.В., Фадеев И.В., Смолина И.Н. Последовательность статистической обработки результатов парных экспериментов // Техника, дороги и технологии: перспективы развития : сборник материалов научно-практической конференции имени Николая Васильевича Попова. Чебоксары, 14 декабря 2017 года. Чебоксары, 2018. С. 166-169. EDN: TIZJIP.
12. Евдокимов В.Ф. Исследование работы цилиндрического триера с осевыми колебаниями // Проблемы сепарирования зерна и других сыпучих материалов: Тр. Всесоюз. НИИ зерна и продуктов его переработки. 1963. Вып. 42. С. 265-277.
13. Абидуев А.А. Обоснование параметров цилиндрического ячеистого сепаратора // Вестник ВСГУТУ. 2022. № 1 (84). С. 37-41. EDN: TYGBIH
14. Моделирование процесса послеуборочной зерна и семян и технологии их подготовки / В.Д. Галкин, А.Д. Галкин, В.А. Хандриков, С.Е. Басалгин // Пермский аграрный Вестник, 2018, № 3 (23). С. 19-29. EDN: YNMXXK
15. Моделирование систем управления сельскохозяйственной техники / П.А. Болоев, М.К. Бураев, С.С. Ямпиллов, А.В. Кузьмин, А.С. Пехутов, А.А. Абидуев // Вестник ВСГУТУ. 2023. № 3 (90). С. 66-72. EDN: RXNHOS

References

1. OST R 52325 – 2005. Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General technical conditions. ACS 65.020.20. (In Russ.)
2. Galkin V.D., Galkin A.D., Eliseev S.L. Technologies, machines and units for post-harvest processing of grain and seeds. Perm. 2021. 143 p. (In Russ.)
3. Zhigzhitov A.O., Yampilov S.S., Khandakova G.Zh., Tsybenov Zh.B., Baldanov V.B. Purification of rye and barley seeds from small and large impurities of a pneumatic separating machine with particle separation by gravity. *Bulletin of ESSUTM*. 2023;3(90):60-65. (In Russ.). doi: 10.53980/24131997_2023_3_60 Ermolyev Yu.I. Modern technologies and technical means for cleaning seed grains. *Agricultural machines and technologies*. 2012;3: 47-56. (In Russ.)
4. Abiduev A.A., Pekhutov A.S., Baldanov M.B., Togmidon A.Y. Purification of barley seeds from difficult-to-separate impurities. *Bulletin of the DalGAU*. 2022; 3:74 - 80. (In Russ.)

5. Abiduev A.A., Radnaev D.N., Togmidon A.Y., Shagzhiev A.D., Abiduev Al. A. Barley seed grain cleaning under conditions republic of Buryatia. *Bulletin of ESSUTM*. 2023;1 (88):46- 52. (In Russ.) doi: 10.53980/24131997_2023_1_46
6. Scientific and technical support of grain production and processing in the conditions of Buryatia: scientific and practical recommendations. Sci. Ed. by professor D.N. Radnaev. Ulan-Ude, 2023. 185 p. (In Russ.)
7. Fominykh A.V., Mekshun Yu.N., Loparev D.V., Kovshova N.V. Theoretical researches of grain motion according to the grille committing oscillations in its plane. *Vestnik of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2019. No. 3 (31). P. 72-74. (In Russ.)
8. Yampilov S.S., Tsybenov Zh.B., Moshkin N.I., Badmaeva N.D., Onkhonova L.O. Mathematical description of the separation process of bulk material into fractions in a grain cleaning device. *Bulletin of ESSUTM*. 2022;1 (84):42-48. (In Russ.) doi: 10.53980/24131997_2022_1_42
9. Galkin V.D., Galkin A.D., Khandrikov V.A., Grubov K.A. Seed purification parameters and modes by improved vibration-pneumatic separator. *Perm Agrarian Journal*. 2020;1(29):4-12. (In Russ.). doi: 10.24411/2307-2873-2020-10012
10. Terekhova N. A., Vedeneeva N. G. Statistical methods of data processing used in soil research. *University complex as a regional center of education, science and culture: Collection of materials of the All-Russian Sci. and Meth. Conf., Orenburg, January 26–27, 2023. Orenburg, 2023. Pp. 3809-3811. (In Russ.)*
11. Ryazanov A.V., Fadeev I.V., Smolina I.N. Sequence of statistical processing of the results of paired experiments. *Engineering, roads and technologies: development prospects: Collection of materials of the Sci. and Pract. Conf. Cheboksary, December 14, 2017. Cheboksary, 2018. Pp. 166-169. (In Russ.)*
12. Evdokimov V.F. Investigation of the work of a cylindrical trier with axial vibrations. *Problems of separation of grain and other bulk materials: All-Union Tr. Research Institute of Grain and its processed products. 1963. Issue 42. Pp. 265-277. (In Russ.)*
13. Abiduev A.A. et al. Parameter basis of cylindrical cellular separator. *Bulletin of ESSUTM*. 2022; 1 (84):37-41. (In Russ.) doi: 10.53980/24131997_2022_1_37
14. Drincha V.M. Study of seed separation and development of machine technologies for their preparation. Voronezh. Publishing house NPO "MODEK", 2006. 364 p. (In Russ.)
15. Boloev P.A., Buraev M.K., Yampilov S.S., Kuzmin A.V., Pekhutov A.S., Abiduev A.A. Simulation of agricultural machinery control systems. *Bulletin of ESSUTM*. 2023;3 (90):66-72. (In Russ.) doi: 10.53980/24131997_2023_3_66

Информация об авторах

Андрей Александрович Абидуев – доктор технических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Технический сервис в АПК и ОИД», abana47@mail.ru;

Александр Сергеевич Пехутов – доктор технических наук, доцент кафедры «Технический сервис в АПК и ОИД», pekhutov@mail.ru;

Дугар-Цырен Баярович Бадмацыренов – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технический сервис в АПК и ОИД», dugar-avto03@mail.ru

Петр Антонович Болоев – доктор технических наук, профессор кафедры «Инновационные технологии и наукоемкие отрасли», профессор;

Галия Ергешевна Кокиева – доктор технических наук, профессор, декан инженерного факультета

Information about authors

Andrey A. Abiduev – Doctor of Science (Engineering), Associate Professor, Acting Head of the Chair of Technical service in agriculture and general engineering disciplines, abana47@mail.ru;

Alexander A. Pekhutov – Doctor of Science (Engineering), Associate Professor, Chair of Technical service in agriculture and general engineering disciplines, pekhutov@mail.ru;

Dugar-Tsyren B. Badmatsyrenov – Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Chair of Technical service in agriculture and general engineering disciplines, dugar-avto03@mail.ru;

Peter A. Boloev – Doctor of Science (Engineering), Professor, Chair of Innovative Technologies and Knowledge-intensive industries, Professor;

Galia E. Kokieva – Doctor of Science (Engineering), Professor, Dean of the Faculty of Engineering.

Статья поступила в редакцию 23.05. 2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 25.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 25.06.2024.