

Научная статья
УДК 614.872
DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ НА РОБОТИЗИРОВАННОМ СТЕНДЕ

Сергей Ефимович Башняк^{✉1}, Михаил Александрович Лемешко²,
Ирина Михайловна Башняк³

¹Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова, 24, п. Персиановский, Ростовская обл., Россия, 346493, ✉bess1959@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1203-1018>

²Институт сферы обслуживания и предпринимательства – филиал Донского государственного технического университета, ул. Шевченко, 147, г. Шахты, Ростовская обл., Россия, 346500, lem-mikhail@ya.ru

³Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия, 346428, baimix1957@mail.ru

Аннотация. В статье изложены сведения о стационарном роботизированном стенде, предназначенном для экспериментальных исследований, приведено описание работы этого стенда. Особенностью стенда является выполнение исследовательской установки с возможностью программного выполнения исследований без обязательного присутствия исследователя. Используется дистанционно управляемый усилитель мощности, дистанционно управляемый генератор звука и персональный компьютер со специальным программным обеспечением. Источник звука расположен вблизи от одной из торцевых стенок звукоизолированной камеры. Приёмник звука в виде высокоточного микрофона, расположен у противоположной торцевой стенки звукоизолированной камеры и подключён к звукообработывающему модулю, который подключён к персональному компьютеру. Разработанный стенд является примером концепции роботизированных исследований, направлением совершенствования методики исследовательской работы. Приведено описание конструкции стенда, даны сведения об известном аналогичном исследовательском оборудовании. Приведена схема стенда и описание его конструкции. Приведены некоторые результаты исследований звукоизолирующих материалов. Показано влияние структуры звукоизолирующих материалов на частотные характеристики акустического сопротивления. Сущность автоматизации стенда заключается в программном изменении исследовательских режимов для каждого опыта. Роботизированный стенд обеспечивает надежность результатов экспериментальных исследований, позволяет ускорить получение результатов.

Ключевые слова: роботизированный стенд, генератор звука, звукоизолирующий материал, автоматизированные исследования, результаты изысканий

Для цитирования. Башняк С.Е., Лемешко М.А., Башняк И.М. Исследования звукоизолирующих материалов на роботизированном стенде // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2022. 1(35). С. 90–97.

DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97

Research Article

**RESEARCH OF SOUNDPROOFING MATERIALS IN
AGRICULTURAL MACHINERY ON A ROBOTIC STAND**

Sergey E. Bashnyak^{✉1}, **Mikhail A. Lemeshko**², **Irina M. Bashnyak**³

¹Don State Agrarian University, st. Krivoshlykova, 24, Persianovsky village, Rostov region, Russia, 346493, ✉bess1959@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1203-1018>

²Institute of Service and Entrepreneurship – branch of the Don State Technical University, st. Shevchenko, 147, Shakhty, Rostov Region, Russia, 346500, lem-mikhail@ya.ru

³Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University, st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russia, 346428, baimix1957@mail.ru

Abstract. The article provides information about a stationary robotic stand designed for experimental research, a description of the operation of this stand is given. A feature of the stand is the implementation of a research facility with the possibility of programmatic research without the obligatory presence of a researcher. A remotely controlled power amplifier, a remotely controlled sound generator and a personal computer with special software are used. The sound source is located close to one of the end walls of the soundproof chamber. The sound receiver in the form of a high-precision microphone is located on the opposite end wall of the soundproof chamber and is connected to the sound processing module, which is connected to a personal computer. The developed stand is an example of the concept of robotic research, a direction for improving the methodology of research work. A description of the design of the stand is given; information about known similar research equipment is given. A scheme of the stand and a description of its design are given. Some results of studies of soundproof materials are given. The effect of the structure of soundproofing materials on the frequency characteristics of acoustic impedance is shown. The essence of test bench automation lies in programmatic change of research modes for each experiment. The robotic stand ensures the reliability of the results of experimental studies, allows you to speed up the results.

Keywords: robotic stand, sound generator, deadening, automated research, results of research

For citation. Bashnyak S.E., Lemeshko M.A., Bashneak I.M. Studies of sound-isolating materials on a robotic stand. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* [Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov]. 2022;1(35): 90–97. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97

Введение. Известно, что шум является одним из наиболее распространенных неблагоприятных факторов в жизнедеятельности человека, и в большей степени в условиях производств.

Шумовое воздействие на работающего человека сопровождается такими аномалиями, как быстрое утомление, снижение работоспособности, внимания и производительности труда, часто связано с ростом общей и профессиональной заболеваемости.

В настоящее время трудно назвать производство, на котором не встречаются повы-

шенные уровни шума на рабочих местах. К одним из наиболее шумных отраслей относятся лесная и целлюлозно-бумажная, легкая, пищевая и мясомолочная промышленность.

В качестве примера выделим из множества производств проблемы с высоким уровнем шума в сельхозмашиностроении. Наиболее шумными операциями в сельхозмашиностроении считаются обрубные и клепальные работы с использованием пневматических инструментов, режимные испытания двигателей и их агрегатов различных систем, стендо-

вые испытания на вибропрочность изделий, барабанную галтовку, шлифовку и полировку деталей, штамповочно-прессовую заготовку. В этой отрасли наибольший объем приходится на станочную металлообработку, где занято около 50% всех работников отрасли.

Можно перечислить множество ситуаций, в которых шум является большой проблемой. Например, в авиации, при строительстве автодорог и железнодорожных транспортных путей, шум в городе, больших магазинах, на стадионах и т.д.

Очевидно, что проблема звукоизоляции всегда актуальна. Поэтому постоянно совершенствуются как звукоизолирующие панели, экраны, так и звукоизолирующие материалы [1, 2]. Для разработки новых звукоизолирующих материалов и оценки их свойств на звукоотражение и звукопоглощение необходимы исследования. В акустике для исследования вопросов прохождения и поглощения звуковых волн используются специальные стационарные исследовательские стенды, которые также необходимо совершенствовать.

Цель исследования заключается в разработке стенда по испытанию звукоизолирующих материалов сельскохозяйственного назначения для установления закономерностей, зависимостей, характерных величин, локальных экстремумов при варьирующихся условиях эксперимента, с возможностью измерения и записи изменяющихся показателей и характеристик.

Материалы, методы и объекты исследования. Экспериментальные исследования обеспечиваются применением определённых измерительных датчиков, вторичных приборов, преобразователей, средств визуализации процесса, средств регистрации измеряемых величин. Порядок опытов и порядок варьирования параметров выполняются по определённому алгоритму в соответствии с планом экспериментов, составленным с учётом решаемых задач.

Результаты исследования. Тема звукоизоляции весьма популярна у исследователей во всем мире. Отметим несколько таких работ [3–5], в которых решаются различные подходы к решению проблем в борьбе с шумом, а направления исследований весьма разнообразны, что подтверждает актуальность темы. Например, в работе [6] рассмотрен вопрос

измерения эффективности шумозащитного экрана, влияние шума транспортного потока на здоровье человека, произведен анализ теоретических расчетов и экспериментальных данных, и на их основе предложены методы по улучшению шумоизолирующих свойств ограждений и экранов. Известны исследования, посвященные расчету эффективности шумозащитного экрана, с использованием перфорированных отверстий на передней поверхности звукоизолирующего экрана. В этих работах проведена оценка влияния размеров отверстий на эффективность экрана, выявлено малое изменение эффективности экрана на низких частотах при ширине отверстия до 0,2 м, а так же предложен способ приближения результатов расчета к натурным условиям [7].

Известны подходы к организации экспериментальных исследований новых материалов с использованием средств робототехники. Например, нами разработан автоматизированный стенд [8] для исследования тепловых процессов компрессионного холодильника. В этом стенде программно выполняются некоторые исследования подсистем холодильника в автономном режиме. Стенды для исследований звукоизоляции разрабатывались и раньше. Например, известно устройство измерения звукоизоляции панели, включающее генератор белого шума, усилитель мощности, громкоговоритель, два микрофона, полосовой фильтр, линию задержки, коррелятор и регистратор уровня [9]. В этом устройстве не предусмотрены анализ и исследование звукоизоляции панели при монохроматической частоте звуковых колебаний и при различной мощности звукового давления, а сам процесс измерения выполняется вручную – процесс не автоматизирован.

Известно также устройство для измерения показателей звукоизоляции панелей [10]. В этом устройстве используется два микрофона, генератор белого шума, усилитель мощности, громкоговоритель, нормализатор, аналого-цифровой преобразователь, цифровой сигнальный процессор и блок связи с ПЭВМ, причем выход микрофонов подключён к входу коммутатора, выход коммутатора подключен к входу нормализатора, выход нормализатора подключен к входу аналого-цифрового преобразователя, выход аналого-

во-цифрового преобразователя – к входу цифрового сигнального процессора, а выход цифрового сигнального процессора подключен к блоку связи с ПЭВМ [11].

В этом устройстве не предусмотрен анализ особенностей звукоизоляции на отдельных частотах. Хотя известно, что в зависимости от структуры и плотности звукоизолирующего материала акустическое сопротивление звукоизоляции для высоких и низких частот различное.

Наиболее рационально экспериментальные исследования выполнять на специализированных стендах. В этих стендах предусмотрены возможности оперативно изменять условия каждого опыта, как правило, эти изменения выполняет оператор – исследователь.

В процессе экспериментальных исследований традиционно участвуют исследователь, оператор. Его основные функции при этом следующие: подготовка измерительной системы и контроль за работой измерительного и регистрационного оборудования; изменение варьируемых параметров; наблюдение за ходом эксперимента и контроль за стабильностью условий эксперимента. При исследовании новых материалов или новых процессов, исследователь часто прибегает к полному факторному эксперименту.

Иногда участие оператора предполагает ошибки и неточности в его работе, связанные с человеческим фактором.

Очевидно и желательно увеличить надежность исследований и точность настройки исследуемых режимов и варьируемых параметров. В идеале это должен быть полностью роботизированный стенд, который по программам без участия оператора – исследователя будет проводить эксперименты.

Нами разработан подход, в котором удалось организовать проведение экспериментальных исследований с минимальным участием человека, предложен способ автоматизации некоторых функций исследователя. Например, программно можно варьировать и устанавливать различные параметры условий каждого опыта, контролировать стабильность условий эксперимента и бесперебойное выполнение опытов.

Исследовательский стенд разработан на базе звукоизолированной камеры, в которой установлены источники звука и приёмники звука. Между ними расположена перегородка, в которой с боковой стороны съемно размещается исследуемый образец из различных звукоизолирующих материалов.

Используются дистанционно управляемые усилитель мощности и генератор звука, а также персональный компьютер с особым программным обеспечением. Источник звука (высокой и низкой частот) расположен вблизи от одной из торцевых стенок звукоизолированной камеры. Эти источники звука подключены к выходу регулируемого усилителя мощности, который подключён к регулируемому генератору колебаний монохроматической частоты звука. Каналы управления частотой регулируемого генератора колебаний монохроматической частоты и мощностью регулируемого усилителя с внешним управлением подключены к выходным каналам персонального компьютера. Приёмник звука в виде высокоточного микрофона расположен у противоположной торцевой стенки звукоизолированной камеры и подключён к звукообработывающему модулю, подключённому к персональному компьютеру.

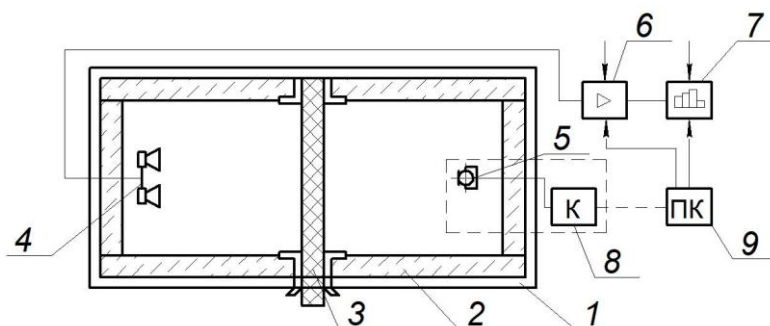


Рисунок 1. Автоматизированный стенд для исследования звукоизолирующих материалов
Figure 1. Automated stand for the study of soundproofing materials

На рисунке 1 приведена схема разработанного стенда, состоящего из корпуса 1, со звукоизолирующим покрытием, окна 3 в корпусе для размещения исследуемых образцов звукоизолирующих материалов, источников звука 4, чувствительного микрофона 5, регулируемого усилителя мощности с внешним управлением 6, регулируемого генератора колебаний монохроматической частоты 7, контроллера 8 для анализа звукового сигнала и персонального компьютера 9 с программным обеспечением для регулирования частоты генератора и мощности усилителя.

Корпус стенда 1 выполнен из материала с минимальным резонансным эффектом, например, из ДСП. С внутренней стороны корпус облицован звукоизолирующим материалом 2, например, из минеральной ваты. В корпусе стенда, с одной из боковых сторон, выполнено окно 3, в которое помещается исследуемый образец звукоизолирующего материала. Микрофон 5 гибко подвешен в корпусе стенда и подключен к измерительному контроллеру 8, который обрабатывает сигнал для его частотного и амплитудного анализа. Таким контроллером является блок прибора – шумомера «Экофизика-10А». Контроллер 8 и микрофон 5 образуют один измерительный блок и имеет интерфейс для подключения к персональному компьютеру. Возможно применение другого аналогичного контроллера для обработки звукового сигнала и записи его в память. Регулируемый генератор монохроматической частоты 7 обеспечивает получение колебаний с диапазоном регулирования этой частоты от 20 Гц до 200000 Гц, при этом генератор колебаний монохроматической частоты имеет вход для внешнего регулирования частоты, к которому подключен персональный компьютер, передающий команды для изменения частоты. Персональный компьютер согласно описанным подключениям выполняет две функции: сбор и сохранение информации с микрофона и управление изменением частоты и мощности звуковых колебаний.

Для работы стенда на управляющем компьютере устанавливается частота или алгоритм изменения этой частоты для регулируемого генератора колебаний монохроматической частоты 7, устанавливаются шаг вари-

рования частоты и диапазон изменения мощности усилителя. В окно 3 оператором или роботизированным манипулятором помещается исследуемый образец звукоизоляционного материала. Включается система в работу. После того, как программа персонального компьютера 9 подаёт через определённый промежуток времени команды, например, через 5 секунд, эти команды будут последовательно выполняться. При этом в автоматическом режиме будет обрабатываться и записываться информация с микрофона 5 через контроллер 8 в персональном компьютере 9.

В стенде обеспечена возможность программного управления и частотой и мощностью звукового сигнала, длительностью сигнала; выбором диапазона частот для исследования. Например, только низкие частоты, или только высокие частоты, или весь диапазон частот. При этом программно можно создавать звуковые сигналы с непрерывно изменяющейся частотой, или с дискретным изменением значений частоты. Аналогично обеспечивается возможность программно изменять мощность звукового сигнала, программного регулирования мощности усилителя. В стенде обеспечивается программное управление целой серией опытов по факторному плану эксперимента с варьированием мощности звукового давления и частоты звука без постоянного участия исследователя, что обеспечит и качество проводимых исследований и скорость их проведения, уменьшит влияние «человеческого» фактора на достоверность результатов.

Предложенный стенд для исследования звукоизоляционных материалов позволяет автоматизировать экспериментальные исследования, в частности, для каждого опыта автоматически изменять мощность звукового давления, изменять для каждого значения мощности частоту генератора, или воспроизводить записанный аудиофрагмент около работающего источника шума. Эти изменения будут выполняться автоматически по программе управления с записью результатов. Стенд позволяет изменять расстояние между источником звука и опытным образцом исследуемого материала.

Снабжение стенда программируемым манипулятором позволяет автоматически менять исследуемые образцы. Извлекать уже

исследованный образец и размещать новый следующий исследуемый образец. Таким образом, обеспечиваются роботизированные исследования каждого исследуемого образца в автоматическом режиме.

Этот стенд может быть использован при исследовании и определении акустических свойств звукоизолирующих материалов, преимущественно плоской формы. Стенд может быть использован для сравнительных испытаний различных звукоизолирующих ограждений и для подбора наиболее эффективных материалов и конструкций звукоизолирующих панелей, а также в учебном процессе.

Эти изменения будут выполняться автоматически по программе управления с записью результатов.

Выводы. Для углубленных исследований различных звукоизолирующих материалов предложен роботизированный стенд, с использованием которого программно и автономно будут выполняться эксперименты.

Стенд позволяет ускорить выполнение программы исследований, повысить надежность результатов экспериментов, а также исключить ошибки, связанные с человеческим фактором.

Список источников литературы

1. Гребенкин А.М., Гребенкина Е.В., Шубин И.Л. Критерии оценки последствий интеграции шумозащитных сооружений в городскую среду // Строительство и реконструкция. 2015. № 4(60). С. 87–91.
2. Бутузов А.Б., Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И. Из опыта снижения шума на рабочих местах от инженерного оборудования (блендер) // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4(364). С. 140–146.
3. Гусев В.П. Расчеты шума при проектировании шумозащиты в производственных помещениях с перегородками неполной высоты // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2(368). С. 260–267.
4. Гусев В.П., Леденев В.И., Шубин И.Л. Оптимальная защита окружающей среды от шумового воздействия оборудования систем ОВК // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 3–1. С. 32–42.
5. Красильников В. А. Интенсивность звука (сила звука): физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 159–160.
6. Котенко С.Г. Измерение акустических свойств шумозащитного экрана // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2002. № 10(60). С. 64–67.
7. Зайцев В.А., Котенко С.Г. Исследование шумозащитных экранов с отверстием в основании // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2002. № 10(60). С. 68–72.
8. Стенд для исследования теплоэнергетических характеристик малых холодильных машин: патент RU 2 658 871 МПК F25B 49/00 (2006.01) / Лемешко М.А., Башняк С.Е., Кожемяченко А.В.
9. Обзоры / ЦАГИ. Отделение НТИ; № 683. Методы экспериментальных исследований и системы измерений акустических характеристик авиационных звукоизолирующих конструкций. М.: ЦАГИ. 1988. 115 с.
10. Lemeshko M.A., Zibrov V.A. and Deyneka I.G. Concept of robotic investigational study // IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, vol. 971, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/4/042093>
11. Лемешко М.А., Башняк С.Е. Оценка технического состояния малой холодильной машины с использованием программируемого контроллера // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2017. № 2 (30). С. 78–82.

References

1. Grebenkin A.M., Grebenkina E.V., Shubin I.L. Criteria for assessing the consequences of the integration of noise-protecting structures into the urban environment. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya* [Building and reconstruction]. 2015;4(60):87–91. (In Russ.)
2. Butuzov A.B., Sukhov V.N. From the experience of reducing noise at workplaces from engineering equipment (blender). *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of textile industry]. 2016; 4(364):140–146. (In Russ.)
3. Gusev V.P. Noise calculations in the design of noise protection in industrial premises with partitions of incomplete height. *Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of textile industry]. 2017;2(368):260–267. (In Russ.)
4. Gusev V.P., Ledenev V.I., Shubin I.L. Optimal protection of the environment from noise exposure of HVAC system equipment. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biospheric compatibility: people, region, technologies]. 2014;3–1:32–42. (In Russ.)
5. Krasilnikov V.A. Intensity of sound (the power of sound). *Fizicheskaya enciklopediya*, gl. red. A.M. Prohorov. Moscow: Sovetskaya enciklopediya, 1990. 2:159–160. (In Russ.)
6. Kotenko S.G. Measurement of acoustic properties of the noise screen. *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij* [Vostochno-Evropejskii zhurnal of advanced technologies]. 2002; 10(60):64–67. (In Russ.)
7. Zaitsev V.A., Kotenko S.G. Study of noise screens with a hole in the base. *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij* [Vostochno-Evropejskii zhurnal of advanced technologies]. 2002;10(60):68–72. (In Russ.)
8. Stand for the study of heat and power characteristics of small refrigeration machines: patent RU 2 658 871 IPC F25B 49/00 (2006.01) / Lemeshko M.A., Bashnyak S.E., Kozhemyachenko A.V.
9. TsAGI Review No. 683. *Metody eksperimental'nyh issledovanij i sistemy izmerenij akusticheskikh harakteristik aviacionnyh zvukoizoliruyushchih konstrukcij* [Methods of experimental research and systems for measuring the acoustic characteristics of aircraft soundproof structures]. 1988. P. 29–30. (In Russ.)
10. Lemeshko M.A., Zibrov V.A. and Deyneka I.G. Concept of robotic investigational study. IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, vol. 971, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/971/4/042093>.
11. Lemeshko M.A., Bashnyak S.E. Assessment of the technical condition of a small refrigeration machine using a programmable controller. *CHrezvychajnye situacii: promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost'* [Emergency situations: industrial and environmental safety]. CubeSEI. 2017; 2 (30):78–82. (In Russ.)

Сведения об авторах

Башняк Сергей Ефимович – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, механизации и автоматизации технологических процессов и производств, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 6542-2362, Author ID: 270924, Scopus Author ID: 57218107243, Researcher ID: ABE-3684-2021.

Лемешко Михаил Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг, Институт сферы об-

служивания и предпринимательства – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной технической университет», SPIN-код: 4920-9881, Author ID: 562777.

Башняк Ирина Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и использования водных ресурсов, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрной университет», SPIN-код: 8381-2706, Author ID: 753740.

Information about the authors

Sergey E. Bashnyak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety, Mechanization and Automation of Technological Processes and Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», SPIN-code: 6542-2362, Author ID: 270924, Scopus Author ID: 57218107243, Researcher ID: ABE-3684-2021.

Mikhail A. Lemeshko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems of Housing and Communal Services and the Services Sector, Institute of the Service Sector and Entrepreneurship – Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Technical University», SPIN-code: 4920-9881, Author ID : 562777.

Irina M. Bashnyak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Water Supply and Use of Water Resources, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», SPIN-code: 8381-2706, Author ID: 753740.

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.01.2022; одобрена после рецензирования 09.02.2022; принята к публикации 11.02.2022.

The article was submitted 24.01.2022; approved after reviewing 09.02.2022; accepted for publication 11.02.2022.