

УДК 602

Совершенствование конструкции технических средств для подвоза, содержания и хранения воды в особых условиях

Д-р воен. наук Н. А. ЕРМОШИН¹, Р. Ш. ТУГУШЕВ², В. О. БАЙРАК², А. А. ЗАРЕЧНЕВ³

¹Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

²Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева

³Военно-медицинская академия имени С. И. Кирова

E-mail: ermonata@mail.ru

В целях обеспечения жизнедеятельности специализированных бригад при выполнении работ в условиях низких или высоких температур необходимо специальное средство подвоза и содержания воды. Они должны обеспечивать в течение продолжительного времени требуемую температуру воды, быть модульными, а их конструкция должна позволять транспортировку на всех видах транспорта. Предлагается модуль питьевой воды, включающий кузов-контейнер с основной емкостью, приемно-раздаточными устройствами, вспомогательное оборудование для приема-раздачи воды, теплогенерирующим и отопительно-вентиляционным устройствам. Емкость для хранения воды выполнена в виде цилиндрического сосуда. Стенки емкости теплоизолированы с применением специального инновационного материала. Подогрев емкости осуществляется с применением нагревательного кабеля. Продолжительные сроки хранения воды обеспечены включением в конструкцию устройства для ультрафиолетовой обработки. Массо-габаритные характеристики кузова-контейнера обеспечивают возможность его транспортировки на базовом шасси грузового автомобиля общего назначения. Наличие погрузочно-крепёжных рымов обеспечивают возможность его погрузки и разгрузки, а также перегрузки в другие виды транспорта. Результаты экспериментальных исследований позволили разработать рекомендации по автоматизации работы системы обогрева емкости в зависимости от температуры окружающей среды. Подтверждены показатели коррозионной стойкости и теплопроводности теплоизолирующего слоя. Внедрение разработанного модуля питьевой воды предусматривается для жизнеобеспечения специальных бригад и команд, выполняющих работы в особых условиях на значительном удалении от инфраструктурных объектов.

Ключевые слова: питьевая вода, хранение, особые условия, модуль, модификация, средства подвоза.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 26.05.2021, принята к печати 04.10.2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-53-58

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Ермошин Н. А., Тугушев Р. Ш., Байрак В. О., Заречнев А. А. Совершенствование конструкции технических средств для подвоза, содержания и хранения воды в особых условиях. // Вестник Международной академии холода. 2021. № 4. С. 53–58. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-53-58

Improving the design of the facilities for supply, maintenance, and storage of the drinking water under special conditions

D. Sc. N. A. YERMOSHIN¹, R. Sh. TUGUSHEV²,

V. O. BAYRAK², A. A. ZARECHNEV³

¹Higher School of Industrial, Civil and Road Construction, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

²Military Academy of Logistical Support named after General of the Army A. V. Khrulev

³Military Medical Academy named after S. I. Kirov

E-mail: ermonata@mail.ru

In order to ensure the vital activity of specialized teams when performing work in conditions of low or high temperatures, a special means of supplying and maintaining water is required. They must ensure the required water temperature for a long time and must be modular, and their design must allow transportation by all types of transport. A drinking water module is proposed, including a container body with a main tank, receiving and distributing devices, auxiliary equipment for receiving and distributing water, heat generating, heating, and ventilation devices. The container for storing water

is made in the form of a cylindrical vessel. The walls of the tank are thermally insulated using a special innovative material. The tank is heated using a heating cable. Long-term storage of water is ensured by the inclusion of a device for ultraviolet treatment in the design. Weight and overall characteristics of the container body provide the ability to transport it on the base chassis of a general-purpose truck. The presence of loading and lashing eyes provide the possibility of loading and unloading it, as well as reloading into other types of transport. The results of experimental studies made it possible to develop recommendations for automating the operation of the tank heating system depending on the ambient temperature. The indicators of corrosion resistance and thermal conductivity of the heat-insulating layer have been confirmed. The introducing the developed drinking water module is envisaged for the life support of special teams and teams performing work in special conditions at a considerable distance from infrastructure facilities.

Keywords: drinking water, storage, special conditions, module, modification, means of delivery.

Article info:

Received 26/05/2021, accepted 04/10/2021

DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-53-58

Article in Russian

For citation:

Yermoshin N. A., Tugushev R. Sh., Bayrak V. O., Zarechnev A. A. Improving the design of the facilities for supply, maintenance, and storage of the drinking water under special conditions. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2021. No 4. p. 54–58. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-4-53-58

Введение

В условиях сокращения запасов пресной воды — проблема ее добычи, транспортирования и хранения требует научного обоснования соответствующих технических и технологических решений и разработки технических средств.

С особой остротой эта проблема проявляется при обеспечении питьевой водой специализированных команд небольшой численности, при выполнении ими работ в условиях низких или высоких температур. К настоящему времени промышленное производство технических средств для обеспечения питьевой водой в особых условиях не налажено.

Одной из причин сложной ситуации является недостаточная разработка технических решений по разработке таких технических средств и совершенствования существующих серийно выпускаемых изделий для этих

целей. В настоящее время налажен и реализован выпуск автоцистерн [1]–[4]. Основные характеристики приведены в табл. 1.

Однако эти технические средства не позволяют хранить воду при значительных температурных отклонениях от обычных условий хранения.

В связи с этим, существует проблема совершенствования конструкции технических средств для обеспечения питьевой водой малочисленных команд, выполняющих задачу в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны Российской Федерации, а также в южных и пустынных районах страны, где запас питьевой воды отсутствует.

Цель исследования

Для транспортирования и кратковременного хранения питьевой воды при продовольственном обеспечении специальных бригад и команд в различных природ-

Основные характеристики существующих технических средств содержания, хранения и перевозки питьевой воды

Таблица 1

Specifications of the current facilities for maintenance, storage, and transportation of the drinking water

Table 1

Показатели	Автомобильная АЦПТ — 4,1–130	Прицепные		Переносные	
		ЦВ — 1,2	ЦВ — 50	ЦВ — 3	ЦВ — 4
Базовое шасси	ЗИЛ — 130	ИАПЗ — 738	ИАПЗ — 738		
Вместимость (л)	4100	1200	1000	1000	320
Количество секций (шт)	2	1	1	1	1
Способ заполнения секций	Вакуумная система	Насосом	Насосом	—	—
Рабочий вакуум (кг/см ²)	0,65	—	—	—	—
Время заполнения одной секции (мин)	18–25	—	—	—	—
Контроль заполнения	Электрический	Визуальный	Визуальный	—	—
Форма	Цилиндрическая	—	—	—	—
Диаметр спускных трубопроводов (мм)	50	—	—	—	—
Масса сухая (кг)	—	950	910	252	80
Насос	—	БКФ — 4	БКФ — 4	—	—
Производительность (л/мин)	4950	40–50	40–50	—	—

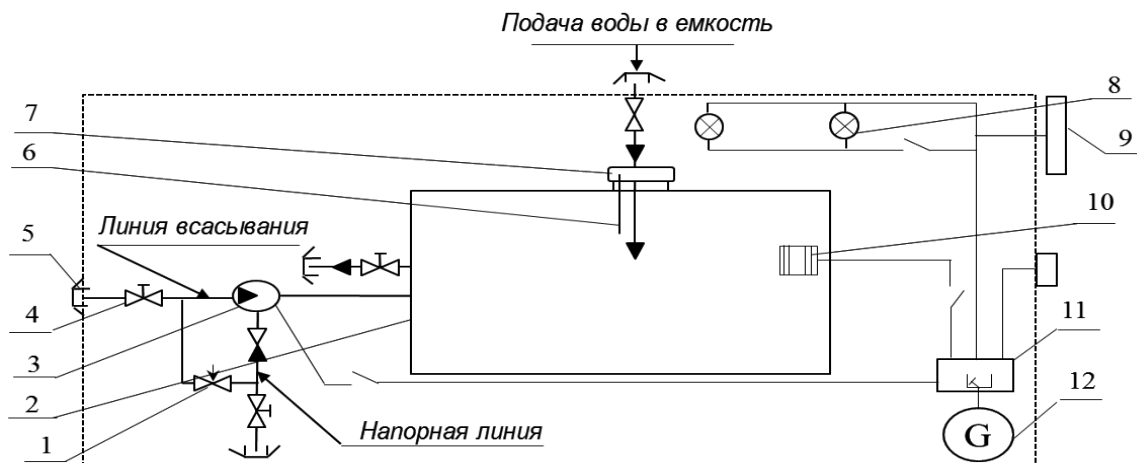


Рис. 1. Принцип работы модуля питьевой воды:

1 — клапан предохранительный; 2 — емкость для воды; 3 — насос; 4 — кран шаровый; 5 — быстроразъемное соединение (БРС); 6 — датчик уровня воды ПМП-052; 7 — заливная горловина; 8 — лампа; 9 — установка фильтровентиляционная ФВУА-100А-24; 10 — источник управления, подачи электроэнергии и терморегуляции; 11 — коммутационное устройство; 12 — дизель-генераторная установка ДГУ8-П27,5-ВМ1

Fig. 1. Principle of operation for the drinking water module:

1 — safety valve; 2 — water tank; 3 — pump; 4 — ball valve; 5 — quick disconnect; 6 — PMP-052 water level sensor; 7 — filler neck; 8 — lamp; 9 — FVUA-100A-24 filter ventilation unit; 10 — control, energy supply, and thermoregulation source; 11 — switch; 12 — DGU8-P27,5-BM1 diesel-generator unit

но-климатических условиях предложен модуль питьевой воды, вместимостью 5000 литров. Он конструктивно состоит из двух термостатируемых отсеков: агрегатного и технологического. Они размещены в термоизолированном кузове-контейнере постоянного объема КК 6.2, включающем системы обогрева, электроснабжения, пожаротушения, слива-налива и ультрафиолетового обеззараживания воды (УФ-затвор). Принцип работы модуля питьевой воды представлен на рис. 1.

Объекты и методы исследования

Размещение технологического оборудования МПВ-5М в кузове-фургоне показано на рис. 2.

Следует отметить, что стенки кузова-контейнера выполнены в результате композиции материалов: алюминиевого листа — 2 мм (внешний), пенополиуретана — 90 мм и стеклокомпозитного материала — 2 мм (внутренний) без стыков в единой сэндвич-конструкции. Это обеспечивает эксплуатацию модуля при рабочих темпе-

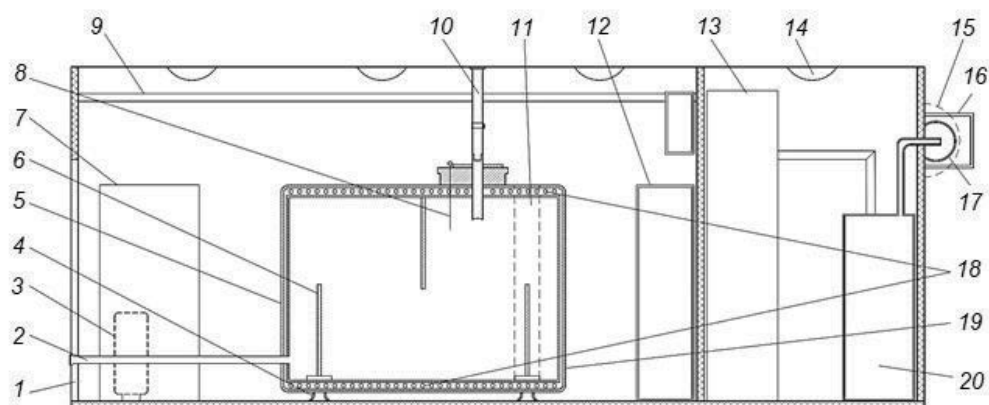


Рис. 2. Размещение технологического оборудования в кузове-фургоне:

1 — кузов-контейнер; 2 — быстро разъемное соединение; 3 — насос; 4 — седловая опора; 5 — теплоизоляционный слой; 6 — волнорез; 7 — раздаточная колонка; 8 — датчик уровня воды ПМП-052; 9 — пенылы с рукавами для подачи воды; 10 — заливная горловина; 11 — ленточный хомут; 12 — технологическое оборудование для раздачи воды; 13 — стеллажи для ЗИП; 14 — плафон; 15 — установка фильтровентиляционная ФВУА-100А-24; 16 — отопительно-вентиляционная установка ОВУ-95; 17 — коммутационное устройство; 18 — нагревающийся кабель; 19 — емкость для воды; 20 — дизель-генераторная установка ДГУ8-П27,5-ВМ1

Fig. 2. Technological equipment arrangement in the container body:

1 — container body; 2 — quick disconnect; 3 — pump; 4 — saddle; 5 — thermal insulating layer; 6 — stem cutting bar; 7 — dispenser column; 8 — PMP-052 water level sensor; 9 — water supply hose holder; 10 — filler neck; 11 — band clamp; 12 — water disbursement equipment; 13 — spare parts rack; 14 — dome light; 15 — FVUA-100A-24 filter ventilation unit; 16 — OVU-95 heating ventilation unit; 17 — switch; 18 — warming cable; 19 — water tank; 20 — DGU8-P27,5-BM1 diesel-generator unit

ратурах окружающего воздуха от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха до 98%, скорости ветра до 30 м/с.

Стеклокомпозитный слой снижает потребность в техническом обслуживании (не требуется покраска), соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям и термостатируемости.

Размещение МПВ-5М в типовом кузове-контейнере обеспечивает возможность его транспортировки на автомобильном или гусеничном базовом шасси, а также железнодорожным, авиационным (включая на внешней подвеске вертолета), речным и морским транспортом.

Оснащение модуля гидравлическими погрузочно-разгрузочными устройствами позволяет повысить эффективность погрузочно-выгрузочных работ (не требуется использование дополнительных технических средств погрузки-разгрузки). Модуль конструктивно представляет из себя цистерну цилиндрической формы из пищевой нержавеющей стали с толщиной стенки 2 мм, с функцией забора, подачи, перекачки, обеззараживания и хранения питьевой воды [5]–[7].

Неподвижность емкости для воды внутри кузова-контейнера обеспечивается ее жесткой фиксацией к полу при помощи трех ленточных хомутов и седловых опор. Ленточные хомуты обхватывают емкость и концами фиксируются к седловым опорам, на которых она размещена. В конструкцию пола контейнера включены закладные элементы, в которых болтовым соединением крепятся седловые опоры.

Подача электроэнергии для функционирования систем и работы насосов (основного и запасного), обеспечивающих забор, подачу и перекачку воды, осуществляется от дизель-генераторной установки ДГУ8-П27,5-ВМ1 мощностью 8 кВт, установленной в агрегатном отсеке.

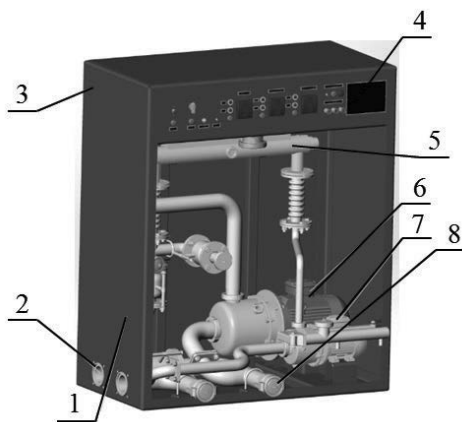


Рис. 3. Раздаточная колонка:

1 — корпус; 2 — трубопроводы подключения колонки; 3 — гермовводы подвода пневмо- и электропитания; 4 — панель управления; 5 — установка ультрафиолетового обеззараживания воды; 6 — основной насос СВН-80А; 7 — дополнительный насос; 8 — трубопроводы распределительные

Fig. 3. Dispenser column:

1 — body; 2 — connecting pipeline; 3 — pressure-seal feed-through of pneumatic and electric power supply; 4 — control panel; 5 — ultraviolet water disinfection unit; 6 — SVN-80A main pump; 7 — additional pump; 8 — distribution pipeline

Система слива-налива включает в себя: раздаточную колонку с вихревым насосом типа СВН-80А (самовсасывающий насос, диаметр патрубка 80 мм); систему запорно-регулирующих устройств (краны шаровые, запорные заслонки, трубопроводные задвижки, запорные вентили диаметром 50 мм, переходники Богданова ГП 50–80, быстросъемное соединение типа «Камлок»); рукава для подачи воды из композитных материалов (хорошо гнутся и держат температуру) диаметром 50 мм; систему ограничения налива с защитой от перелива (датчик уровня воды ПМП-052 с «сухими» контактами). Внешний вид раздаточной колонки представлен на рис. 3.

Хранение воды в условиях низких температур в предлагаемой конструкции емкости основано на возмещении теплопотерь системы обогрева и теплоизоляции модуля и непосредственно самой емкости посредством включения в ее конструкцию нагревательно-теплоизоляционного слоя.

Система обогрева емкости включает: нагревательный кабель 31 RV, крепежные элементы фиксации кабеля к стальной сетке; распределительные коробки, систему управления и подачи электроэнергии и терморегуляции. Она монтируется непосредственно на емкость при этом кабель проходит по окружности цистерны витками.

Расчетное расстояние между витками составляет 12–15 см. Для соединения электрообогревающего кабеля с силовой сетью предусматривается коммутационное устройство. При этом коммутация обеспечивает использование не только передвижных электростанций, но и стационарных электрических сетей. Для подключения к внешней сети в комплект ЗИП включен силовой кабель длиной 45 м и заземляющее устройство. Применение кабеля именно такой марки определяется его линейной мощностью, которая выше, чем линейная мощность аналогов (11VR, 17VR, 27VR).

Несмотря на увеличение в 3,5 раза линейной мощности нагревательного кабеля 31VR по сравнению с кабелем 11VR, его себестоимость всего на 10% выше. Мощность источника электропитания ДЭС-8 обеспечивает необходимую потребность (2,7 кВт) для работы системы и компенсации теплопотерь при температуре воды в емкости $3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Компенсация (снижение) теплопотерь обеспечивается за счет теплоизоляции слоем из пенополиуретана (ППУ), который имеет закрытую пористую структуру и обеспечивает низкую теплопроводность (0,019–0,003 Вт/м), низкую массу (45–60 кг/м³) и имеет высокую адгезию (1,5 кг/см²) с металлами. Теплоизоляционный слой устраивается поверх кабеля электрообогрева, который конструктивно объединяется в гибкий мат за счет соединения витков монтажным проводом.

Необходимо отметить, что теплоизоляционный слой позволяет обеспечить кратковременную теплоизоляцию в экстремальных случаях (при выходе из строя системы отопления) без слива воды из емкости.

Полученные результаты и их обсуждение

Работоспособность предложенного модуля оценивалась по итогам проведенных экспериментальных исследований, которые позволили получить следующие результаты [8]:

1. Конструкция модуля питьевой воды приспособлена к переводу из походного (боевого) положения в транспортное и обратно за 5–10 мин штатными средствами. Она не требует проверки работоспособности с привлечением штатных измерительных и контрольных средств, обеспечивает возможность многократного количества погрузок и выгрузок, перегрузок на другие виды транспорта, в том числе и во временных перегрузочных районах (ВПР) у барьерных рубежей.

2. Емкость для воды обеспечивает снижение в 4 раза теплопроводности при незначительном увеличении ее массы и нагрузки на систему электроснабжения, содержание воды при температуре окружающей среды до минус 30 °С без использования системы отопления в течение 12 ч. Нагревательно-теплоизоляционный слой используется как резервная система обогрева емкости и позволяет проводить ремонт (техническое обслуживание) системы обогрева и электроснабжения без слива жидкости из емкости.

Новизна технического решения заключается в том, что для уменьшения теплопроводности предложена конструкция нагревательно-теплоизоляционного слоя, включающего кабель электроподогрева в виде гибкого мата, смонтированного на поверхности емкости для воды и установленного по его поверхности теплоизоляционный слой с расчетной толщиной не менее 100 мм из пенополиуретана. Конструкция нагревательно-теплоизоляционного слоя выполняет функцию не только сохранения температуры воды, но и возможность ее подогрева.

Масса и габаритные размеры допускают перевозку модуля на морских и речных судах, а также на морских паромках, железнодорожным и автомобильным транспортом. Основные технические характеристики модуля представлены в табл. 2.

Выводы

Таким образом, предложенный способ модернизации технических средств подвоза, хранения и содержания воды в особых условиях обеспечивает возможность по-

Литература

1. Шаронов А. Н., Шаронов Е. А. Научное обоснование и разработка общих технических требований для перспективной техники продовольственной службы. Военно-теоретический труд. СПб.: АСТЕРИОН, 2019. 1009 с.
2. Фитерер Д. В., Романчиков С. А. Пути совершенствования технических средств продовольственной службы. // Сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Актуальные вопросы совершенствования системы технического обеспечения». 2017. С. 141–148.
3. Бабенков В. И., Романчиков С. А. Направления повышения эксплуатационно-технических характеристик технических средств материально-технического обеспечения воинских подразделений в арктической зоне. // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. 2019. № 3 (51). С. 16–19.
4. Шаронов А. Н., Шаронов Е. А. Тактико-технические требования к разрабатываемым образцам технических средств //

Таблица 2

Технические характеристики модуля питьевой воды

Table 2

Specifications for the drinking water module

Технические характеристики	Показатели
Время готовности к работе, мин, не более	8
Вместимость цистерны, л, не менее	5000
Количество секций цистерны, шт., не более	1
Время наполнения цистерны питьевой водой своим насосом от постороннего источника, мин	8
Время слива, мин, не более: самотёком насосом цистерны	6 4
Время погрузки (разгрузки) при помощи входящего в состав кузов-контейнера погрузочно-разгрузочного устройства, мин	30
Диаметр трубопроводов наполнения-слива цистерны, мм, не более	80
Габаритные размеры, мм, не более длина ширина высота	6058 2440 2440
Масса, кг полная цистерна кузова-контейнера	10000 850 3600
Обслуживающий расчет, чел.	1

дачи питьевой воды для жизнедеятельности специальных бригад и команд, дислоцированных в отдаленных районах от массового проживания людей. Масса и габаритные размеры модуля допускают его перевозку на морских и речных судах, а также на морских паромках, железнодорожным и автомобильным транспортом.

References

1. Sharonov A. N., Sharonov E. A. Scientific substantiation and development of general technical requirements for advanced equipment of the food service. Military theoretical work. St. Petersburg: ASTERION, 2019. 1009 p. (in Russian)
2. Fiterer D. V., Romanchikov S. A. Ways to improve the technical means of the food service. Collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation) «Topical issues of improving the technical support system». 2017. pp. 141–148. (in Russian)
3. Babenkov V. I., Romanchikov S. A. Directions for improving the operational and technical characteristics of technical means of material and technical support of military units in the Arctic zone. *Scientific Bulletin of the Volsky Military Institute of Material Support: military scientific journal*. 2019. No. 3 (51). pp. 16–19. (in Russian)
4. Sharonov A. N., Sharonov E. A. Tactical and technical requirements for the developed samples of technical means.

- Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № 6 (7). С. 51–64.
5. Шаронов А. Н., Шаронов Е. А. Разработка арктических технических средств материального обеспечения // Труды ежегодной международной научной конференции: Арктика: история и современность. СПб.: Политех-Пресс, 2019. С. 158–163.
 6. Ермошин Н. А., Романчиков С. А. Методологические аспекты научного обоснования технических решений модификации технических средств и технологического оборудования продовольственной службы. // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 100–106.
 7. Целыковских А. А., Бабенков В. И., Гурьянов А. В., Ермошин Н. А., Каптюх А. Н., Романчиков С. А. Научное обоснование технических и технологических решений модификации технических средств и процессов продовольственного обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации: монография. СПб.: ВАМТО, 2020. 236 с.
 8. Протокол результатов экспериментальных исследований технологических решений модификации технических средств продовольственной службы. СПб.: Проектинтертехника, 2018. № 14/ПИТ. 12 с.
- Actual problems of military scientific research.* 2020. No. 6 (7). pp. 51–64. (in Russian)
5. Sharonov A. N., Sharonov E. A. Development of Arctic technical means of material support. *Proceedings of the annual International scientific Conference: The Arctic: History and Modernity.* St. Petersburg: Polytech-Press, 2019. pp. 158–163. (in Russian)
 6. Yermoshin N. A., Romanchikov S. A. Methodological aspects of scientific substantiation of technical solutions for modification of technical means and technological equipment of the food service. *Polzunovsky bulletin.* 2020. No. 2. pp. 100–106. (in Russian)
 7. Tselykovskikh A. A., Babenkov V. I., Guryanov A. V., Ermoshin N. A., Kaptyukh A. N., Romanchikov S. A. Scientific substantiation of technical and technological solutions for modification of technical means and processes of food supply of the Armed Forces of the Russian Federation: monograph. SPb.: VAMTO, 2020. 236 p. (in Russian)
 8. Protocol of the results of experimental studies of technological solutions for the modification of technical means of the food service. St. Petersburg: Projectintertekhnika, 2018. No. 14/PIT. 12 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Ермошин Николай Алексеевич

Д. в. н., профессор, профессор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая 29, ermonata@mail.ru

Тугушев Рифат Шамилиевич

Адъюнкт, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8.

Байрак Владимир Олегович

Соискатель, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8, nps31ra@mail.ru

Заречнев Алексей Александрович

Старший преподаватель кафедры оперативного искусства, Военно-медицинская академия имени С. И. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6, zarechnev-78@mail.ru

Information about authors

Yermoshin Nikolay A.

D. Sc., professor, professor of Higher School of Industrial Civil and Road Construction, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 195251, Russia, Saint-Petersburg, Polytechnicheskaya str. 29, ermonata@mail.ru

Tugushev Rifat Sh.

Adjunct, Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev, 199034, Russia, St. Petersburg, nab. Makarova, 8.

Bayrak Vladimir O.

Applicant, Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev, 199034, Russia, St. Petersburg, nab. Makarova, 8, nps31ra@mail.ru

Zarechnev Alexey A.

Senior Lecturer of the Department of Operational Art, Military Medical Academy named after S. I. Kirov, 6 Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, zarechnev-78@mail.ru