

УДК 629.45

DOI: 10.46548/21vek-2022-1159-0029

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ «СЕРОЙ» ВОДЫ В ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

© Автор(ы) 2022

SPIN: 8175-3786

AuthorID: 1132385

ORCID: 0000-0001-5576-0996

АРСЕНТЬЕВА Елена Александровна, аспирант

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, e-mail: lenakurmonova@mail.ru)

SPIN: 2224-3967

AuthorID: 1038160

ORCID: 0000-0003-4553-2759

КОНОВАЛ Инна Алексеевна, аспирант, ассистент кафедры «Химия и инженерная экология»

Российский университет транспорта

(127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, e-mail: konovalinna@yandex.ru)

Аннотация: В современном мире комфортные и безопасные перевозки на железнодорожном транспорте пользуются большим спросом. В связи с ростом спроса на пассажирские перевозки реализуется совершенствование пассажирского состава, что в свою очередь влечет увеличение водопотребления на железнодорожном транспорте, в следствии которого происходит неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Сброс использованной воды в поверхностные воды приводит к экологическим и санитарным проблемам. Большую часть использованной воды в вагонах поездов можно использовать повторно, что снизит загрязнение окружающей среды и позволит реже производить дозаправку баков железнодорожных вагонов водой. Для этого необходимо совершенствовать систему водоснабжения вагонов поездов, с помощью внедрения устройства очистки и обеззараживания «серой» воды (УОСВ), которое позволяет использовать отработанную воду в экологически чистых туалетных комплексах (ЭЧТК). Полный срок службы УОСВ (без учёта источника УФ излучения и фильтрующей загрузки) – 20 лет. В статье подробно представлена схема системы водоснабжения пассажирских вагонов постройки Тверского вагоностроительного завода, рассмотрена необходимость установки УОСВ, представлен состав УОСВ, режим работы УОСВ, а также результаты химических исследований водопроводной воды после очистки УОСВ.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, пассажирские вагоны, водоснабжение вагонов, очистка и обеззараживание воды, устройство очистки и обеззараживания «серой» воды, УОСВ.

MODERN TECHNOLOGIES OF PURIFICATION AND DISINFECTION OF "GRAY" WATER IN PASSENGER CARS OF RAILWAY TRANSPORT

© The Author(s) 2022

ARSENTIEVA Elena Aleksandrovna, phd student

KONOVAL Inna Alekseevna, phd student, assistant of the Department of Chemistry and Engineering Ecology

Russian University of Transport

(127994, Russia, Moscow, Obratsova str., 9, p.9, e-mails: lenakurmonova@mail.ru, konovalinna@yandex.ru)

Abstract. In the modern world, comfortable and safe transportation by rail is in great demand. In connection with the growing demand for passenger transportation, the improvement of passenger traffic is being implemented, which in turn entails an increase in water consumption on railway transport, as a result of which there is an adverse impact on the environment. The discharge of used water into surface waters leads to environmental and sanitary problems. Most of the used water in train cars can be reused, which will reduce environmental pollution and allow less frequent refueling of tanks of railway cars with water. To do this, it is necessary to improve the water supply system of train cars, through the introduction of a device for cleaning and disinfection of "gray" water (UOSV), which allows the use of waste water in environmentally friendly toilet complexes (ECTC). The full service life of the UOSV (excluding the source of UV radiation and filter loading) is 20 years. The article presents in detail the scheme of the water supply system for passenger cars built by the Tver Carriage Building Plant, the need for the installation of UOSV is considered, the composition of the UOSV, the operating mode of the UOSV, as well as the results of chemical studies of tap water after purification of the UOSV are presented.

Keywords: railway transport, passenger cars, water supply of cars, purification and disinfection of water, device for purification and disinfection of "gray" water, UOSV.

Для цитирования: Арсентьева Е.А. Современные технологии очистки и обеззараживания «серой» воды в пассажирских вагонах железнодорожного транспорта / Е.А. Арсентьева, И.А. Коновал // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 3(59). – С. 188-192. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1159-0029.

Введение. Одним из главных видов транспорта в России на сегодняшний день является железнодорожный транспорт. Все объекты железнодорожного транспорта в высокой степени воздействуют на окружающую среду, и являются источниками загрязнения природы отработанными продуктами производства.

Объекты железной дороги являются крупными потребителями воды. Железнодорожный транспорт пользуется высоким спросом на свои услуги, объем перевозок постоянно растет, строятся новые сети железных дорог, поэтому и объем водопотребления постоянно увеличивается.

Частично вода, потребляемая в пассажирских вагонах, расходуется безвозвратно. Большую часть использованной воды можно собирать и использовать повторно. Но на сегодняшний день на предприятиях железнодорожного транспорта только треть воды используется для повторного и оборотного водоснабжения, а остальную воду после однократного использования сбрасывают в поверхностные водоемы. Таким образом происходит обширное загрязнение водных объектов сточными водами, которые содержат в себе большие концентрации высоко опасных соединений. Эти опасные соединения пагубно влияют не только на водные объекты, в которых отравляют живые существа, но и токсически действуют на человека, который использует эту воду для хозяйственно-бытовых нужд.

В настоящее время проблема повторного использования «серой» воды на железнодорожном транспорте рассматривается впервые. За последние 5 лет рассматривались аспекты обеспечения санитарно-гигиенической и противоэпидемической безопасности железнодорожного подвижного состава с использованием сантехнических систем замкнутого типа в исследованиях Сачковой О.С. (Юдаевой), Канунникова О.В., Аксельрода В.А., Алехина С.Ю., а также система

очистки серой воды рельсового транспортного средства Кикнадзе Н.Д.

Методология. Повторное использование «серой» воды поможет снизить нагрузку на окружающую природу, а также позволит реже производить дозаправку баков железнодорожных вагонов водой. Для этого необходимо предусмотреть систему обеззараживания воды с возможностью ее повторного использования в вагонах поездов.

Усовершенствование систем водоснабжения вагонов поездов относится к комплексу организационно-технических мероприятий, проводимых в области эксплуатации транспортных средств. Для решения проблемы с повторным использованием «серой» воды, а также экологических, экономических и технических проблем развития производства создаются новые инновационные технологии благодаря достижениям научно-технического прогресса. Эти технологии не наносят вред окружающей среде, являются экологически чистыми. К ним относятся санитарно-техническое оборудование системы водоснабжения вагонов, которые обеспечивают необходимые условия гигиены и питания людей в дальних поездках. Каждый вагон оснащен такой системой, и поэтому в поездках пассажиры обеспечены питьевой и технической водой. Система периодически заправляется в моменты остановок поезда. На рисунке 1 представлена схема системы водоснабжения пассажирских вагонов постройки ТВЗ.

Результаты. При использовании усовершенствованной схемы водоснабжения пассажирского вагона устройство обеззараживания «серой» воды» (VOCB) обеспечит прием, грубую и тонкую очистку воды, а также обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением, подачу на унитазы экологически чистых туалетных комплексов (ЭЧТК) воду с параметрами согласно таблицам 1, 2, 3.

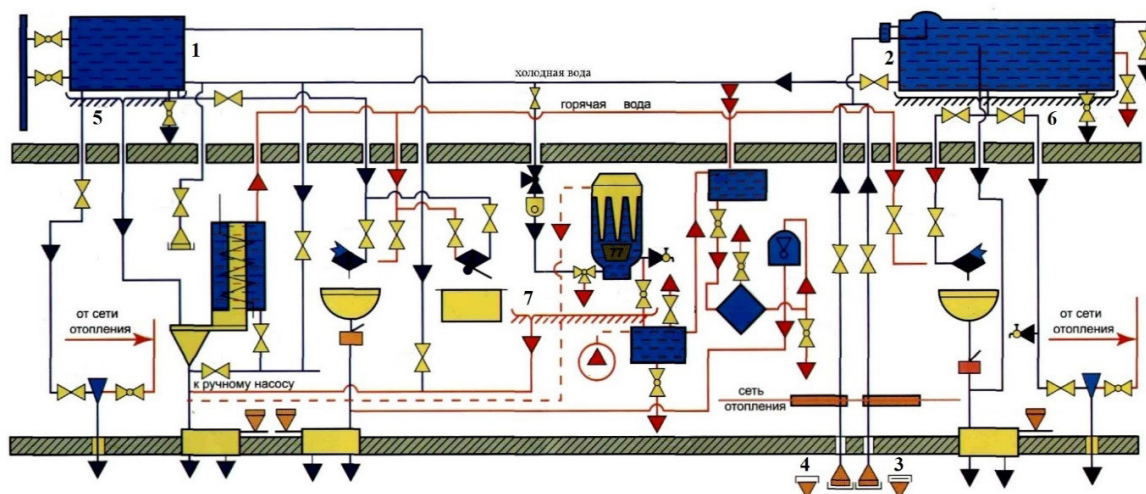


Рисунок 1 – Схема системы водоснабжения пассажирских вагонов постройки ТВЗ

- 1 – малый бак, вместимостью 80 л
- 2 – большой бак, вместимостью 850 л.
- 3, 4 – наливные головки с обогревателем
- 5, 6, 7 – поддоны

Таблица 1 – Требования к микробиологическим показателям воды на выходе УОСВ

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	число бактерий в 10 мл	отсутствие
Общие колиформные бактерии	число бактерий в 10 мл	отсутствие
Общее микробное число	число образующих колонии бактерий в 1 мл	не более 500

Таблица 2 – Требования к физико-химическим показателям воды на выходе УОСВ

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (ПДК), не более
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-10
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)
Жесткость общая	мг-экв./л	7,0 (10)
Окисляемость перманганатная	мг/л	10-100
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	5-10

Таблица 3 – Требования к органолептическим показателям воды на выходе УОСВ

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	3
Цветность	градусы	50
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	30

Система повышения давления УОСВ обеспечит подачу воды из бака накопителя под давлением от 1,2 до 2,2 атм объемом не менее 1,0 л/мин на каждый унитаз туалетной системы.

Максимальное время работы насосов перекачки серой воды на систему тонкой очистки – не более 3 мин, работа циркуляционного насоса – непрерывно при наличии воды в баке-накопителе.

На каждый вагон должна устанавливаться одна

УОСВ, которая может применяться для обеспечения смыва не более трех унитазов ЭЧТК.

Полный срок службы УОСВ (без учёта источника УФ излучения и фильтрующей загрузки) – 20 лет.

Результаты исследований химических данных показали, что параметр запаха при 20°C отклоняется от нормы и превышает на один балл, для этого возможна установка дополнительных фильтров. По основным параметрам устройство соответствует нормативам.

Таблица 4 – Результаты химических исследований водопроводной воды после очистки УОСВ

Результаты исследований					
№ п/п	Наименование показателя	Результат испытаний с характеристикой погрешности, $X \pm \Delta$	Единицы измерений	Норматив	НД на метод испытаний
1	2	3	4	5	6
1	Водородный показатель (pH)	6,46±0,20	ед.pH	6-9	ПНД Ф 14.1:2:3:4, 121-97, изд. 2018 г.
2	Жесткость	0,39	°Ж	7	ГОСТ 31954-2012 метод А, изд. 2013 г.
3	Запах при 20 °С	3	баллы	2	ГОСТ Р 57164-2016, изд. 2016 г.
4	Мутность	Менее 0,25	ЕМФ	2,6	ГОСТ Р 57164-2016, изд. 2016 г.
5	Перманганатная окисляемость	2,10±0,21	мг/дм³	5	ПНД Ф 14.1:2:4, 154-99, изд. 2012 г.
6	Поверхностно-активные вещества анионные (АПАВ)	2,6±0,5	мг/дм³	0,5	ПНД Ф 14.1:2:4.158-2000, изд. 2014 г.
7	Сухой остаток	менее 50	мг/дм³	1000	ПНД Ф 14.1:2:4.114-97, изд.2011 г.
8	Цветность	менее 1	градус	30	ГОСТ 31868-2012, изд.2014 г.

Обсуждение. Для очистки и обеззараживания «серой» воды необходимо предусмотреть УОСВ, которое предназначено для очистки и обеззараживания «серой» воды в системе водоснабжения вагона с целью ресурсосбережения и создания возможности ее повторного использования в экологически чистом туалетном комплексе при смыве.

УОСВ предназначена для установки на систему промывки туалета с применением «серой» воды для двухэтажного купейного штабного вагона модели 61-4524 производства ОАО «ТВЗ».

Разработчиком УОСВ является ООО «ЛитТранс-Сервис».

УОСВ может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 10 °С.

На вагоне устанавливается одна УОСВ, которая размещается в туалетных отделениях первого и второ-

го этажа, в том числе в туалете инвалида.

УОСВ состоит из следующих элементов:

1. Модуль приема и фильтрации с установленными в нем:

- фильтром грубой очистки;
- первичным сборником «серых стоков» объемом не менее 3 литров;
- насосом перекачки серой воды на систему тонкой очистки и в модуль накопления, обеззараживания и раздачи.
- системой тонкой очистки.

2. Модуль накопления, обеззараживания и раздачи с установленными в нем:

- системой доочистки и обеззараживания, обеспечивающей выполнение циркуляционного цикла;
- баком накопителем объемом не менее 20 литров;
- системой повышения давления для подачи на по-

вторное использование;

– системой датчиков, регулирующих работу УОСВ.

Модули приема и очистки встраиваются в водосток раковины и обеспечивают прием и грубую очистку «серой» воды. Тонкая очистка, обеззараживание и хранение воды для ее последующей подачи на смыв ЭЧТК производится в модуле накопления, обеззараживания и раздачи, который устанавливается в надпотолочном пространстве второго этажа салона вагона (рис. 2).

Вода из бака чистой воды вагона используется для заполнения верхнего модуля только при условии отсутствия серой воды в модулях приема и очистки.

Вода из умывальных комплексов вагона распределяется в модули приема и очистки УОСВ. Затем вода поступает для последующей очистки и обеззараживания. Обеззараживание воды происходит в компактном обеззараживателе воды, за счет воздействия на микроорганизмы бактерицидного УФ излучения. Вода подается потребителю из модуля накопления, обеззараживания и раздачи по сигналу на слив воды ЭЧТК.

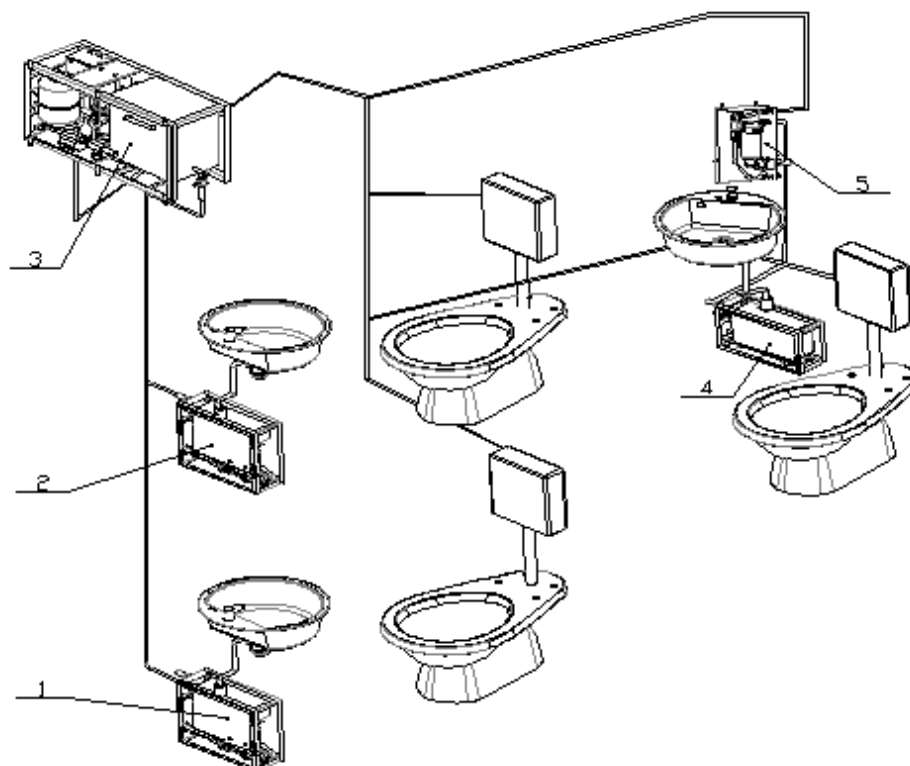


Рисунок 2 – Общий вид и размещение УОСВ на вагоне

- 1 – Модуль приема и очистки (для туалета первого этажа) (далее- МПО1)
- 2 – Модуль приема и очистки (для туалета второго этажа) (далее- МПО2)
- 3 – Модуль накопления, обеззараживания и раздачи воды (далее- МНОР)
- 4 – Модуль приема и очистки (туалет инвалида) нижний (далее- МПОИ1)
- 5 – Модуль приема и очистки (туалет инвалида) верхний (далее МПОИ2)

Режим работы УОСВ следующий: Вода самотеком через фильтр грубой очистки подается в первичный сборник «серых стоков». Очищенная от грубых механических примесей вода из первичного сборника посредством насоса перекачки поступает на фильтр тонкой очистки. Очищенная от твердых включений и растворенного мыла вода поступает на систему доочистки и обеззараживания ультрафиолетовым излучением. Обеззараженная вода поступает в бак накопитель модуля накопления, обеззараживания и раздачи очищенной воды (рис. 2). Для исключения повторного роста микроорганизмов в модуле накопления обеспечивается режим циркуляции воды. Вода подается по месту ее повторного использования при помощи системы повышения давления. При отсутствии достаточного количества «серой воды»

предусмотрена возможность подачи в модуль накопления воды из системы водоснабжения вагона. Подача воды из системы водоснабжения в модуль накопления исключает возможность подачи неочищенной воды в систему водоснабжения и ее бактериальное заражение. При избытке «серой воды» в модуле приема предусмотрена возможность автоматического слива избыточного количества стоков под вагон. Так же обеспечен слив воды из системы УОСВ без разборки системы. В УОСВ предусмотрена возможность оперативной промывки и замены фильтрующих элементов. В случае выхода из строя (засора) фильтра или отсутствия фильтрующего элемента, происходит автоматический слив под вагон. При восстановлении корректной работы фильтра, происходит автоматический перевод системы в

штатный режим с фильтрацией «серой» воды.

Выводы. Первые туалетные системы со смывом появились более века назад. А в конце XX века появились первые системы, задерживающие слив стоков на пути в городах и остановках пассажирского подвижного состава. Развитие и улучшение систем железнодорожного транспорта продолжается и в XXI веке. По результатам проведенных исследований установлено, что «серая» вода после установки и обеззараживания устройством очистки и обеззараживания «серой» воды в основном соответствует требованиям санитарных правил СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры», Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору и может применяться для повторного использования в экологически чистом туалетном комплексе двухэтажных пассажирских вагонов локомотивной тяги (смыв унитазов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Степанова, И. В. Санитария и гигиена питания: учебное пособие / И. В. Степанова. – Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2014. – 224 с.
2. Широков, Ю.А. Экологическая безопасность на предприятии: учебное пособие для вузов / Ю.А. Широков. — 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 360 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (взамен СанПиН 2.1.4.559-96).
4. Попов Н.С., Святенко А.В., Киреев Е.И. Классификация методов контроля качества природных вод / Журнал «Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского», 2013. С. 245-261.
5. Сачкова О.С., Аксенов В.А., Коновал И.А., Шевченко В.Б. Разработка технических, санитарно-гигиенических и экологических требований к шторе, предназначенной для организации индивидуального пространства в пассажирских вагонах открытого типа // Технология текстильной промышленности. – 2019. – №3 (381). – С. 228-232.
6. Сачкова О.С., Шевченко В.Б. Обеспечение санитарно-гигиенической безопасности при эксплуатации изделий съемного мягкого имущества в пассажирских вагонах // Проблемы безопасности российского общества. – 2019. – №3. – С. 81-90.
7. Родионова О.М., Аникина Е.В., Лавер Б.И., Семенов Д.А. Медико-биологические основы безопасности. Охрана труда. Учебник для вузов. М.: 2-е издание, 2021.
8. Высотин С.А., Сайфитова А.Т., Хацков М.В., Рязанова Е.А. Железнодорожный транспорт как источник загрязнения объектов водной среды // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – №6. – С.7.
9. Беленикина Е.С. Разработка и применение системы автоматики для повышения информационной надежности экологического мониторинга окружающей среды // Экологические системы и приборы. – 2012. – №3. – С.43-52.
10. Скалозубова, Л. Е. Негативные факторы техносферы: практикум по безопасности жизнедеятельности : учебное пособие / Л. Е. Скалозубова, Л. Г. Овчарова, Н. В. Немолочная. – Кемерово: КемГУ, 2012. – С. 218.
11. Пятанова П.А., Щевцова Н.Е. Определение органолептических и химических показателей колодезной воды и ее очистка // Международный журнал гуманитарных и естественных наук 2019. – №7-1. – С.169-173.
12. Коновал И.А., Латынин Е.О. Необходимость внедрения современного оборудования по вторичному использованию «серой» воды в пассажирских вагонах // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте. – 2022. – 5-ый выпуск. – С.63-67.
13. Арсентьева Е.А. Обеспечение экологической и санитарно-гигиенической безопасности пассажирских вагонов за счет использования полимерных и полимерсодержащих конструкционных и отделочных материалов // Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте. – 2022. – 5-ый выпуск. – С.118-127.
14. Сачкова О.С., Арсентьева Е.А. Обеспечение экологической безопасности пассажирских вагонов локомотивной тяги / О.С. Сачкова, Е.А. Арсентьева // Проблемы безопасности российского общества. – 2021. – № 1(71) – С. 72-76.
15. Патент №2749052 С1 РФ. Система очистки серой воды рельсового транспортного средства: №2020126781 : заявл. 11.08.2020 : опубл. 03.06.2021 / Н.Д. Кикнадзе / Общество с ограниченной ответственностью «ЛитТрансСервис».
16. Арсентьева Е.А., Коновал И.А. Обеспечение эпидемиологической и экологической безопасности работников поездных бригад за счет совершенствования систем жизнеобеспечения / Е.А. Арсентьева, И.А. Коновал // Производство. Технология. Экология (ПРОТЭК'21) – 2021 – Сборник трудов. – Выпуск 22.
17. Михальченко, Т. С. Обеззараживание воды с помощью ультрафиолетового излучения / Т.С. Михальченко, А.О. Шардина, Л.Ш. Юлдашова // 60 лет снимкам обратной стороны Луны, Иркутск, 2019 год. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. – С. 113-118.
18. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.
19. СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры».
20. Цховребов, Э.С. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте: Монография. 2-е издание переработанное и дополненное (первое - с тем же названием вышло в свет в 1994 году в том же издательстве) / Э.С. Цховребов; изд-во "Космосинформ". – 2-е издание переработанное и дополненное (первое - с тем же названием вышло в свет в 1994 году в том же издательстве). – Москва : Космосинформ, 1996. – 527 с.
21. Патент на полезную модель № 194282 U1 Российская Федерация, МПК B61D 35/00. Устройство очистки серой воды для рельсового транспортного средства : № 2019111129 : заявл. 13.09.2017 : опубл. 05.12.2019 / Ф. Кеммерлинг, Т. Кюбек ; заявитель СИМЕНС МОБИЛИТИ ГМБХ.
22. Арсентьева Е.А. Изучение современных технологий прессования твёрдых бытовых отходов в пассажирских вагонах / Е.А. Арсентьева // Проблемы безопасности российского общества. – 2021. – № 4(36). – С. 67-71.

Статья поступила в редакцию 28.06.2022

Статья принята к публикации 16.09.2022