

## Оценка ущерба при разгерметизации вагона-цистерны с попаданием нефтепродукта в водный объект

Н.Н. Ионова<sup>1</sup>, Р.Г. Ахтямов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербург, Витебская дистанция сигнализации, централизации и блокировки; 192007, г. Санкт-Петербург, ул. Боровая, д. 57;

<sup>2</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС); 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9

### АННОТАЦИЯ

Существенная часть углеводородов перевозится железнодорожным транспортом. При этом нефтепродукты относятся к опасным грузам, аварии при транспортировке которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС). Рассмотрена ЧС, вызванная разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, в результате которой бензин попал в р. Волхов (г. Кириши, Ленинградская область). Приведен расчет ущерба от ЧС при перевозке бензина в вагоне-цистерне. Определены экономические потери, а также ущерб, нанесенный окружающей среде: атмосферному воздуху, водным и земельным ресурсам. Рассчитан суммарный экологический ущерб. При оценке ущерба проведен анализ зависимости наносимого вреда окружающей среде от времени, прошедшего от момента возникновения ЧС до начала работ по ее локализации и ликвидации. Выявлено, что наименьшим экологический ущерб будет, если приступить к ликвидации ЧС в течение первого часа. За второй час экологический ущерб возрастает на 68 %, а за третий час увеличивается еще на 23 %.

Сделан вывод об эффективности оперативного реагирования и проведения работ по локализации ЧС, связанной с разливом нефтепродуктов в водный объект.

**Ключевые слова:** ущерб; окружающая среда; чрезвычайная ситуация; локализация; ликвидация; боновые ограждения

## Damage assessment at depressurization of oil tank and spill oil product into water

Natalia N. Ionova<sup>1</sup>, Rasul G. Akhtyamov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg, Vitebsk distance of signaling, centralization and blocking; 57 Borovaya st., St. Petersburg, 192007, Russian Federation;

<sup>2</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation

### ABSTRACT

A significant part of hydrocarbons is transported by rail. At the same time, oil products are considered dangerous goods, accidents during transportation of which can lead to emergency situations. The emergency situation caused by the depressurization of the tank car with gasoline was considered, as a result of which gasoline got into the river Volkhov (Kirishi, Leningrad Region). Presents the calculation of damage from emergency situations when transporting gasoline in a tank car. Defined the economic losses, as well as damage to the environment: atmospheric air, water and land resources. The total environmental damage is calculated. When the damage assessment analysis of the relationship between damage caused to the environment from the time elapsed from the moment of an emergency, prior to commencement of works on localization and liquidation of emergency transport. It was revealed that the least environmental damage would be if proceed to emergency response within the first hour. In the second hour, environmental damage increases by 68 %, and in the third hour it increases by another 23 %.

The conclusion is made about the effectiveness of rapid response and work on localization of an emergency situation related to the spill of petroleum products into a water body.

**Keywords:** damage; environment; emergency; localization; liquidation; booms

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире железная дорога — один из самых крупных грузоперевозчиков страны. Ежедневно услугами железнодорожного транспорта пользуется более 100 000 человек в стране и огромное количество компаний для перевозки грузов. К сожалению, этот способ передвижения, как и любой другой не обходится без жертв, так как иногда на железнодорожном транспорте возникают раз-

личного рода аварии. Чаще всего эти аварии связаны с перевозкой ядовитых и опасных веществ, вследствие чего наносится вред окружающей среде и требуется проведение комплекса природоохранных мер. Рассмотрим одну из таких ситуаций, вызванную разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, и попаданием бензина в р. Волхов (г. Кириши Ленинградская область), в результате которой нанесен ущерб окружающей природе.

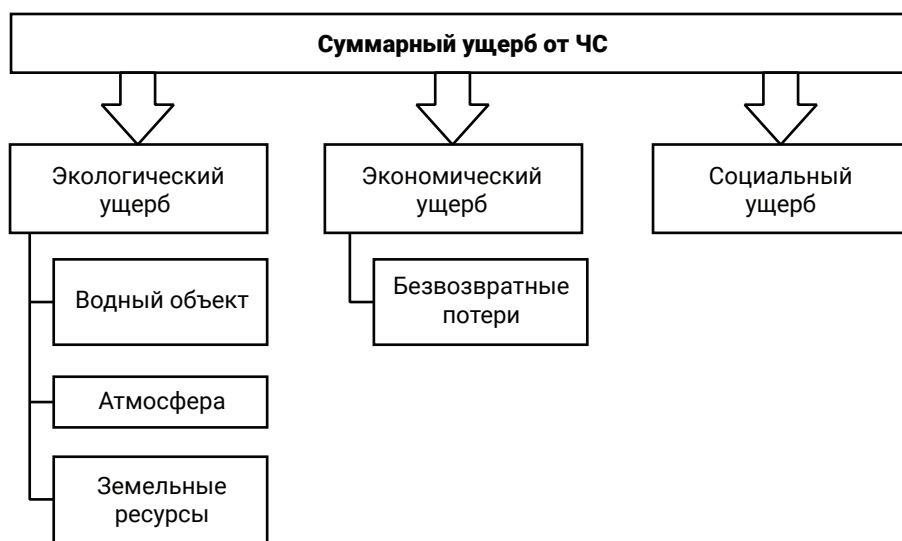


Рис. 1. Суммарный ущерб от ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином

Ущерб от чрезвычайной ситуации (ЧС) рассчитывается в соответствии с приказом Минприроды России «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства»<sup>1</sup> и определяется из нескольких составляющих, представленных на рис. 1.

Так как при ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, пострадавших нет, то социальный ущерб равен 0.

### Оценка ущерба от аварийной ситуации

Рассчитаем ущерб, нанесенный разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, и попаданием бензина в р. Волхов (г. Кириши) в течение трех часов с момента аварии.

1. Расчет экологического ущерба от ЧС.

При ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, происходит разлив нефтепродукта на поверхности воды и земли с последующим загрязнением водного объекта. При этом продукт, испаряясь с поверхности, также загрязняет приземные слои атмосферы [1–3].

Степень загрязнения водных объектов нефтью<sup>2</sup>, подлежащих компенсации, определяется как плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ с применением повышающего коэффициента равного 5 и рассчитывается по формуле<sup>3</sup>

$$C_p = 5 \cdot K_n \cdot K_{эп} \cdot N_{бр} \cdot M_{рз}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1)$$

где  $K_n$  — коэффициент индексации, для 2010 г. по сравнению с нормами 2003 г. равен 1,93;  $K_{эп}$  — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов, равен 1,12;  $N_{бр}$  — базовый норматив, руб./т, по нормам 2003 г. в пределах установленных лимитов сбросов равен 27 550 руб./т;  $M_{рз}$  — масса нефти, загрязняющей водный объект.

В результате ущерб от загрязнения водного объекта при образовании свища составит

$$C_p = 5 \cdot 1,93 \cdot 1,12 \cdot 27\,550 \cdot 54 = 16,08 \text{ млн руб.}$$

Загрязнение атмосферы от разлива нефтепродукта рассчитывается как масса углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности, по формуле

$$C_a = 5 \cdot K_n \cdot K_{эв} \cdot N_{ба} \cdot M_{и.в}, \text{ тыс. руб.}, \quad (2)$$

где  $K_n$  — коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды в связи с изменением стоимости на природоохранные мероприятия, составляет 85<sup>4</sup>;  $K_{эв}$  — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы, для г. Кириши Ленинградской области  $K_{эв} = 1,2$ ;  $N_{ба}$  — базовый норматив платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита, руб./т, равен 50 руб./т;  $M_{и.в}$  — масса испарившихся углеводородов нефтепродукта, т, равна 0,86 т [2].

<sup>1</sup> Приказ Минприроды России от 13.04.2009 № 87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства». URL: <https://base.garant.ru/12167365/>

<sup>2</sup> Обеспечение безопасности, прогнозирование и разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации, вызванной аварией на магистральном нефтепроводе. URL: [https://knowledge.allbest.ru/life/3c0b65625a3bd68a5d43b89421316c37\\_5.html](https://knowledge.allbest.ru/life/3c0b65625a3bd68a5d43b89421316c37_5.html)

<sup>3</sup> Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031822>

<sup>4</sup> Расчет экономического ущерба от чрезвычайной ситуации. URL: [https://studbooks.net/1397784/bzhd/raschet\\_ekonomicheskogo\\_uscherba\\_chrezvychaynoy\\_situatsii](https://studbooks.net/1397784/bzhd/raschet_ekonomicheskogo_uscherba_chrezvychaynoy_situatsii)

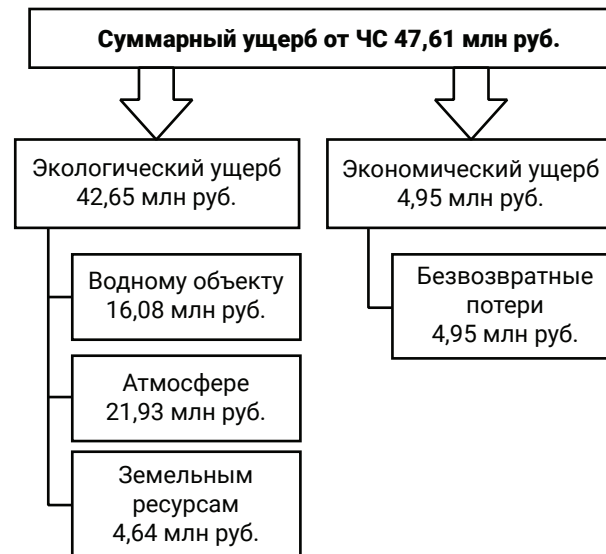


Рис. 2. Суммарный ущерб от ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином

Размер выплат за компенсацию вреда, нанесенного природе от выбросов углеводородов нефтепродукта в атмосферу при образовании свища, составит

$$C_a = 5 \cdot 85 \cdot 1,2 \cdot 50 \cdot 0,86 = 21,93 \text{ млн руб.}$$

Степень загрязнения земель нефтепродуктом исчисляется по формуле

$$C_3 = K_n \cdot N_c \cdot K_3 \cdot S_3, \text{ руб.}, \quad (3)$$

где  $K_n$  — коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей среды в связи с изменением стоимости на природоохранные мероприятия и строительство, равен 81;  $N_c$  — норматив стоимости сельскохозяйственных земель, руб./м<sup>2</sup>, равен 1,8;  $K_3$  — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района, равен 1,3;  $S_3$  — площадь загрязненных земель, равна 24 515 м<sup>2</sup>.

В результате ущерб от загрязнения земель нефтепродуктами составит

$$C_3 = 81 \cdot 1,8 \cdot 1,3 \cdot 24\,515 = 4,64 \text{ млн руб.}$$

Ущерб от загрязнения окружающей среды вследствие ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, определяется как сумма ущербов от загрязнения водных и земельных объектов, и загрязнения атмосферы. Экологический ущерб при образовании свища — 42,65 млн руб.

2. Расчет экономического ущерба от ЧС.

Ущерб от безвозвратных потерь нефти рассчитывается по формуле<sup>5</sup>

$$Y_{б.п} = M_{б.п} \cdot C_{\text{тонн}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (4)$$

где  $M_{б.п}$  — масса безвозвратно утраченного бензина, т;  $C_{\text{тонн}}$  — цена одной тонны бензина, принимается 50,4 тыс. руб./т.

С учетом того, что собранный бензин будет сильно обводнен и не пригоден к дальнейшему использованию без предварительной очистки, массу безвозвратно потерянного бензина примем как массу бензина, находящегося в вагоне-цистерне, 54 т. Тогда ущерб от безвозвратных потерь бензина будет 2,7 млн руб.

При расчете экономического ущерба стоит учитывать потери материальных ценностей, а именно вагона-цистерны, его стоимость — 2,25 млн руб.

Таким образом, экономический ущерб от потери материальных ценностей бензина составит 4,95 млн руб.

На рис. 2 представлен суммарный ущерб от ЧС, вызванной разгерметизацией вагона-цистерны с бензином.

В результате разгерметизации вагона-цистерны с бензином пролив бензина нанесет экологический ущерб водному объекту на сумму 16,08 млн руб., атмосфере на сумму 21,93 млн руб., загрязнит земли, ущерб которым составит 4,64 млн руб. Суммарный экологический ущерб — 42,66 млн руб. Также в результате аварии будет нанесен экономический ущерб от безвозвратных потерь бензина и повреждения железнодорожной цистерны на сумму 4,95 млн руб., общий ущерб от данной аварии — 47,61 млн руб.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Елизарьев А.Н., Планида Ю.М., Ахтямов Р.Г., Хаертдинова Э.С. Теоретические основы создания пунктов временного размещения населения: учебное пособие. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2011. 83 с.

<sup>6</sup> Елизарьев А.Н., Планида Ю.М., Ахтямов Р.Г. Теоретические основы отбора землеройной техники для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ: учебное пособие. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2011. 105 с.

**Табл. 1.** Расчет показателей разлива нефтепродуктов за первые три часа с момента начала течи [1–3]

Показатель	За 1 ч	За 2 ч	За 3 ч
Площадь бензинового пятна, м <sup>2</sup>	1 247 679	2 472 300	24 72 300
Длина береговой линии, загрязненной нефтепродуктами, м	6357,6	12 684,2	17 510,8
Площадь нефтенасыщенного грунта, м <sup>3</sup>	8904	17 757,88	24 515,12
Количество нефтепродуктов, впитавшихся в землю, т	0,93	1,86	2,57
Количество испарившихся в атмосферу с поверхности водного объекта углеводородов, т	0,18	0,71	0,86
Время испарения углеводородов, ч	2,4	4,7	5,7

**Табл. 2.** Прогнозируемый ущерб, нанесенный в течение первых трех часов с момента образования течи

Время, ч	Ущерб водным ресурсам, млн руб.	Ущерб атмосфере, млн руб.	Ущерб земельным ресурсам, млн руб.	Общий экологический ущерб, млн руб.
1	16,08	4,59	1,69	22,36
2	16,08	18,1	3,37	37,55
3	16,08	21,93	4,65	42,66

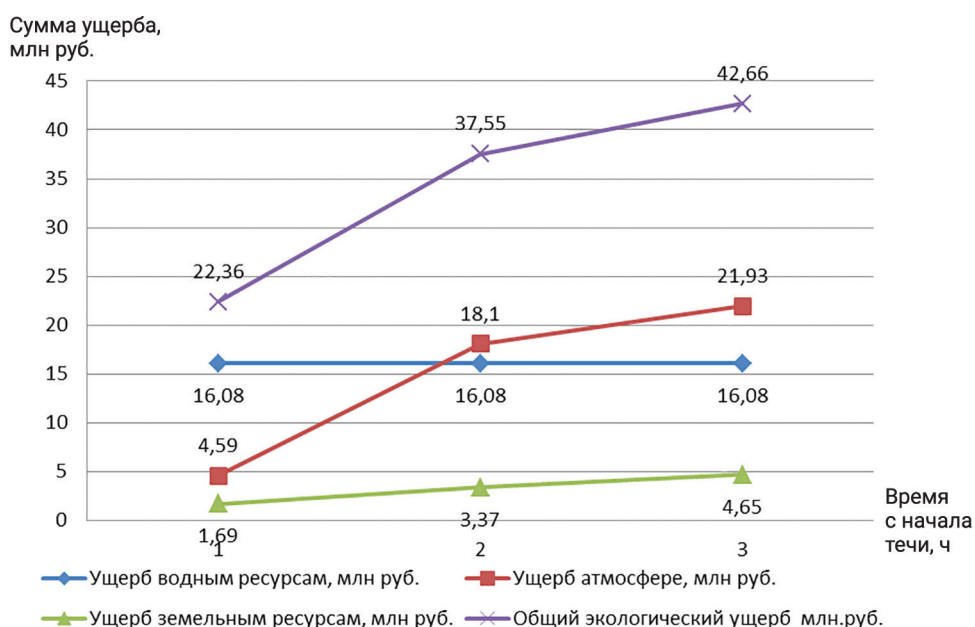
### Анализ способов локализации и ликвидации разлива

Проанализируем прогнозируемую ситуацию разлива нефти в р. Волхов, вызванного разгерметизацией вагона-цистерны с бензином, за первый, второй и третий час ЧС до момента установления боновых заграждений. Данные по разливу нефтепродуктов в р. Волхов представлены в табл. 1.

Из таблицы видно, что наиболее эффективно было бы установить боновые заграждения в течение первого часа аварии [4–10].

Рассчитаем экологический ущерб<sup>7</sup>, нанесенный природе, в течение первых трех часов (табл. 2) [11–15].

По данным таблицы составлен график зависимости экологического ущерба от времени до установки боновых заграждений (рис. 3).



**Рис. 3.** Зависимость ущерба от времени до момента установки боновых заграждений

<sup>7</sup> Покровская О.Д. Организация международной доставки груза через распределительный центр: учебное пособие. Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества, 2015. 102 с.

## ВЫВОДЫ

Согласно графику за первые два часа резко возрастает ущерб атмосфере. Выявлено, что наименьший экологический ущерб (22,36 млн руб.) наносится, если приступить к ликвидации ЧС в течение первого часа. За второй час экологический ущерб возрастает на 68 % и составляет 37,55 млн руб., а за третий час увеличится еще на 23 % и составит

42,66 млн руб. По расчетам видно, как важно для минимизации экологического ущерба проводить оперативные мероприятия по ликвидации разлива нефтепродуктов. Оперативно и успешно осуществить меры по ликвидации ЧС возможно только при согласованности действий предприятия, на котором произошла ЧС, аварийно-спасательных служб, а также медицинских служб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Насырова Э.С. Создание пунктов временного размещения населения. Saarbrucken, 2012. 97 с.
2. Ахтямов Р.Г., Сенюшкин Н.С., Суханов А.В. Разработка методики выявления потенциально опасных объектов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 5. С. 192–197.
3. Елизарьев А.Н., Габдулхаков Р.Р., Ахтямов Р.Г. Методика оперативной оценки риска возникновения чрезвычайной ситуации на объектах нефтепродуктообеспечения в зоне проявления карстовых процессов // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 1. С. 124–131.
4. Ахтямов Р.Г. Оценка и пути уменьшения экологической опасности объектов автотранспортной инфраструктуры урбанизированной территории. Казань, 2009. 19 с.
5. Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Вдовина И.В., Планида Ю.М., Хаертдинова Э.С. Применение сетевых моделей при планировании аварийно-спасательных и других неотложных работ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2012. № 2. С. 29–34.
6. Экономика России: прошлое, настоящее, будущее: коллективная монография / под общ. ред. Н.А. Адамова. М.: Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2014. 286 с.
7. Покровская О.Д. Эволюционно-функциональный подход к развитию транспортных узлов // Политранспортные системы: материалы IX Международной научно-технической конференции. 2017. С. 233–238.
8. Покровская О.Д. Организация работы складской распределительной системы. Новосибирск: ЦРНС, 2015. 66 с.
9. Покровская О.Д., Маликов О.Б. Вопросы логистической иерархии железнодорожных объектов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2016. Т. 13. № 4 (49). С. 521–531.
10. Покровская О.Д. Понятийный аппарат терминалистики // Бюллетень результатов научных исследований. 2018. № 2. С. 29–43.
11. Покровская О.Д. Эволюционно-функциональный подход к классификации транспортных узлов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. Т. 14. № 3. С. 406–419.
12. Самуйлов В. М., Покровская О. Д., Цяо Цун. Концепция «Новый шелковый путь» (Китай, Россия, Германия) // Инновационный транспорт. 2017. № 4 (26). С. 26–28.
13. Маликов О.Б., Покровская О.Д. Анализ системы нормирования на железнодорожном транспорте с позиций логистики и клиентоориентированности // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. Т. 14. № 2. С. 187–199.
14. Покровская О.Д. Комплексная оценка транспортно-складских систем железнодорожного транспорта. Санкт-Петербург, 2018. 32 с.
15. Titova T.S., Longobardi A., Akhtyamov R.G., Nasyrova E.S. Lifetime of earth dams // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 1 (69). С. 34–43. DOI: 10.18720/MCE.69.3

## REFERENCES

1. Akhtyamov R.G., Elizarev A.N., Nasyrova E.S. *Creation of temporary accommodation of the population*. Saarbrucken, 2012; 97. (In Russian).
2. Ahtyamov R.G., Senyushkin N.S., Suhanov A.V. Elaboration of potentially dangerous objects recognition principles. *Bulletin of Voronezh State Technical University*. 2011; 7(5):192-197. (In Russian).
3. Elizariev A.N., Gabdulkhakov R.R., Ahtyamov R.G. The methodology of operational risk assessment emergency situations at the objects of petrol maintenance in the area of karstic processes. *Oil and Gas Business*. 2012; 10(1):124-131. (In Russian).
4. Akhtyamov R.G. *Assessment and ways to reduce the environmental hazard of motor transport infrastructure of an urbanized area*. Kazan, 2009; 19. (In Russian).
5. Akhtyamov R., Elizaryev A., Vdovina I., Planida Yu., Hayertdinova E. Using network models planning rescue and other urgent operations. *Scientific and Educational Problems of Civil Protection*. 2012; 2:29-34. (In Russian).
6. *Russian Economy: Past, Present, Future: collective monograph* / ed. by N.A. Adamova. Moscow, Institute for the Study of Product Distribution and Wholesale Market Studies, 2014; 248. (In Russian).



7. Pokrovskaya O.D. The evolutionary-functional approach to the development of transport nodes. *Political transport systems: materials of the IX International scientific and technical conference*. 2017; 233-238. (In Russian).
8. Pokrovskaya O.D. *Organization of the work of the warehouse distribution system*. Novosibirsk, CRNS, 2015; 66. (In Russian).
9. Pokrovskaya O.D., Malikov O.B. Concerning the logistics hierarchy of railway facilities. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2016; 13(4):(49):521-531. (In Russian).
10. Pokrovskaya O.D. Research vocabulary of terminalists. *Bulletin of Scientific Research Result*. 2018; 2:29-43. (In Russian).
11. Pokrovskaya O.D., Malykov O.B. Evolutionary functional approach to transport nodes classification. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2017; 14(3):406-419. (In Russian).
12. Samyilov V.M., Pokrovskaya O.D., Qiao Cong. Concept «New silk road» (China, Russia, Germany). *Innotrans*. 2017; 4(26):26-28. (In Russian).
13. Malykov O.B., Pokrovskaya O.D. Rate-setting system analysis of railroad transport from a position of logistics and customer-oriented approach. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2017; 14(2):187-199. (In Russian).
14. Pokrovskaya O.D. *Comprehensive assessment of transport and storage systems of railway transport*. St. Petersburg, 2018; 32. (In Russian).
15. Titova T.S., Longobardi A., Akhtyamov R.G., Nasyrova E.S. Lifetime of earth dams. *Magazine of Civil Engineering*. 2017; 1(69):34-43. DOI: 10.18720/MCE.69.3

## Об авторах

**Наталья Николаевна Ионова** — ведущий специалист по охране труда; **Санкт-Петербург Витебская дистанция сигнализации, централизации и блокировки**; 192007, г. Санкт-Петербург, ул. Боровая, д. 57; npirogoff@yandex.ru.

**Расул Гумерович Ахтямов** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры техносферной и экологической безопасности; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; ahtamov\_zchs@mail.ru.

## Bionotes

**Natalia N. Ionona** — leading engineer for labor protection; **Saint Petersburg, Vitebsk distance of signaling, centralization and blocking**; 57 Borovaya st., St. Petersburg, 192007, Russian Federation; npirogoff@yandex.ru;

**Rasul G. Akhtyamov** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Technosphere and Environmental Safety; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; ahtamov\_zchs@mail.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ионова Н.Н., Ахтямов Р.Г. Оценка ущерба при разгерметизации вагона-цистерны с попаданием нефтепродукта в водный объект // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. Вып. 1–2. С. 112–117. DOI: 10.46684/2687-1033.1.18

FOR CITATION: Ionova N.N., Akhtyamov R.G. Damage assessment at depressurization of oil tank and spill oil product into water. *Transport technician: education and practice*. 2020; 1(1-2):112-117. (in Russian). DOI: 10.46684/2687-1033.1.18

Поступила в редакцию 8 апреля 2020 г.  
Received on April 8, 2020.

© Н.Н. Ионова, Р.Г. Ахтямов, 2020