

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

**ТРАНСПОРТ.  
ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.  
ЭКОЛОГИЯ**

№ 4

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета  
2020

Изложены результаты теоретических и практических исследований по актуальным вопросам проектирования, эксплуатации и сервиса транспортно-технологических машин и комплексов, организации транспортных систем, технологии транспортных процессов, безопасности движения, защиты окружающей среды и городского строительства.

Предназначено для инженерно-технических и научных работников проектных, дорожно-строительных организаций и вузов, а также для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям «Наземные транспортно-технологические комплексы», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Технология транспортных процессов», «Строительство» и «Техноферная безопасность».

#### Редакционная коллегия

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Главный редактор</b>               | <i>Н.В. Лобов</i> , д-р. техн. наук, профессор (ПНИПУ, г. Пермь)   |
| <b>Главный редактор серии</b>         | <i>М.Ю. Петухов</i> , канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь)  |
| <b>Заместители главного редактора</b> | <i>В.Ю. Петров</i> , президент, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)<br><i>Л.М. Тимофеева</i> , д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь) |
| <b>Ответственный секретарь</b>        | <i>Е.М. Генсон</i> , канд. техн. наук (ПНИПУ, Пермь)   |

#### Члены редакционной коллегии

*М.Г. Бояришинов*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*Я.И. Вайсман*, д-р мед. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*И.С. Глушанкова*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*В.И. Рассоха*, д-р техн. наук, доцент (ОГУ, г. Оренбург)  
*С.В. Дорохин*, д-р техн. наук, доцент (ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж)  
*Н.С. Захаров*, д-р техн. наук, профессор (ТИУ, г. Тюмень)  
*Г.Г. Кашеварова*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, г. Пермь)  
*В.Н. Коротчаев*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*А.В. Кочетков*, д-р техн. наук, профессор (СГТУ, Саратов)  
*М.Р. Якимов*, д-р техн. наук, профессор (РАТ, г. Москва)  
*И.В. Май*, д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАЕН (ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь)  
*И.Г. Овчинников*, д-р техн. наук, профессор (СГТУ, Саратов)  
*А.Б. Пономарев*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, г. Пермь)  
*Л.В. Рудакова*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*А.В. Смольянинов*, д-р техн. наук, профессор (УГУПС, Екатеринбург)  
*В.А. Трефилов*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*Н.М. Филькин*, д-р техн. наук, профессор (ИжГТУ, Ижевск)  
*Б.Е. Шенфельд*, д-р техн. наук, профессор (ФГБУ УралНИИ «Экология», Пермь)  
*А.О. Добрынин*, канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь)  
*К.Г. Пугин*, д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)  
*А.А. Хазиев*, канд. техн. наук, доцент (МАДИ, Москва)  
*М.Б. Ходяшев*, канд. техн. наук (ФГБУ УралНИИ «Экология», Пермь)  
*Л.С. Щепетева*, канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь)  
*А.В. Эдельман*, канд. техн. наук, главный инженер (ОАО «Пермавтодор», Пермь)  
*Л.В. Янковский*, канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь)  
*Д.В. Мальцев*, канд. техн. наук (ПНИПУ, г. Пермь)  
*В.Ф. Гекк*, главный инженер (КТ «Пермская ДПМК», Пермь)  
*Ю.А. Иконников*, главный конструктор ЗАО «СКБ» (ОАО «Мотовилихинские заводы», Пермь)

#### Зарубежные члены редакционной коллегии

*М.М. Бекмагамбетов*, д-р техн. наук (НИИ ТиК, Алматы, Казахстан)  
*К. Вюни*, д-р наук (Дрезденский технический университет, Дрезден, Германия)  
*М.С. Кульгильдинов*, д-р техн. наук, профессор (КАТИК, Алматы, Казахстан)  
*В.Г. Пастушков*, канд. техн. наук, доцент (БНТУ, Минск, Белоруссия)  
*А.А. Приходько*, д-р физ.-мат. наук, профессор (ДНУ, Днепрпетровск, Украина)  
*М. Ритцковски*, д-р наук (Гамбургский технический университет, Гамбург, Германия)  
*А.В. Сладковски*, д-р техн. наук, профессор (СТУ, Катовице, Польша)  
*Е.Б. Уненко*, д-р техн. наук, профессор (ХНАДУ, Харьков, Украина)

Журнал «Транспорт. Транспортные сооружения. Экология» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство ПИ № ФС77-58823 от 28 июля 2014 года.  
Периодическое печатное издание (4 раза в год). Издается с 2010 года.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим группам специальностей: 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)», 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки)», 05.23.05 «Строительные материалы и изделия (технические науки)», 05.23.08 «Технология и организация строительства (технические науки)», 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)».

**Учредитель** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

**Адрес учредителя, издателя и редакции:** 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 29.

Тел. +7 (342) 239-14-82, факс: +7(342) 239-17-72, e-mail: transport.eco@mail.ru.

Издается при финансовой поддержке Министерства образования и науки Пермского края.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 41416.

Научное издание

**ТРАНСПОРТ.  
ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.  
ЭКОЛОГИЯ**

№ 4

Редактор и корректор *Е.И. Герман*  
Корректор метаданных на английском языке *А.В. Цыбина*

Ответственность за содержание материалов, достоверность научных результатов, точность изложения фактов и References несут авторы статей.

Журнал является рецензируемым, представлен в ведущих библиотеках страны, а также в научной электронной библиотеке проекта «Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)».

---

Выход в свет 30.12.2020. Формат 60×90/8.  
Усл. печ. л. 12,0. Тираж 100 экз. Заказ № 132/2020.  
Свободная цена

---

Отпечатано в типографии Издательства  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.