

## Эффективность реализации проекта вакуумных поездов Hyperloop в странах Персидского залива

**Аль-Шумари Аднан Салам**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия; adnan.al-shumari@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5217-9960

### АННОТАЦИЯ

В последнее время в странах Совета сотрудничества арабских государств Персидского залива большое внимание уделяется совершенствованию железнодорожного транспорта с использованием новейших технологий и достижений науки и техники. По экономическим, социальным и экологическим соображениям развитие этого вида транспорта становится одной из главных задач правительств этих стран.

Современная железнодорожная сеть соединит все страны Персидского залива и станет еще одним вариантом мобильности, помимо автомобильных, воздушных и морских перевозок, как для пассажиров, так и для грузов в регионе. Ожидается, что новый национальный проект внесет значительный вклад в экономику и процветание стран региона.

Развитие транспортной системы в этом регионе с учетом экономических и климатических особенностей обосновано государственно-транспортной стратегией по достижению мировых показателей не только традиционных по безопасности, доступности и качеству перевозок, но и по экологичности, мультимодальности и скорости.

В рамках перспективного развития транспортной системы среди приоритетных задач правительств Саудовской Аравии, Объединенных Арабских Эмиратов и Катара использование вакуумной магнитолевитационной транспортной системы по запуску сверхвысокоскоростного движения поездов путем введения в эксплуатацию самого быстрого поезда в мире со скоростью до 1100 км/ч, исполнителем проекта является американская компания Hyperloop. Путешествие между Дубаем и Эр-Риядом продлится всего 48 минут, проект становится главным конкурентом высокоразвитому воздушному виду транспорта, а поезд будущего будет первым средством передвижения между странами Персидского залива.

Актуальность проекта заключается в интеграции экономики и жизни людей стран региона, повышении мобильности граждан и резидентов, создании привлекательной платформы для компаний, производителей, ресурсов и человеческого капитала, поддержки совместных инвестиций между странами, а также развитию туристической индустрии и защиты окружающей среды.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт; вакуумный поезд; пассажирские перевозки; сверхскоростное движение; Саудовская Аравия; терминальная сеть; магнитолевитационный транспорт

**Для цитирования:** Аль-Шумари Аднан Салам. Эффективность реализации проекта вакуумных поездов Hyperloop в странах Персидского залива // *Техник транспорта: образование и практика*. 2024. Т. 5. Вып. 2. С. 196–202. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.196-202>.

Original article

### Implementation efficiency of the Hyperloop vacuum train project in the Gulf countries

**Al-Shumari Adnan Salam**

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); Saint Petersburg, Russian Federation; adnan.al-shumari@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5217-9960

### ABSTRACT

Recently, in the countries of the Cooperation Council for the Arab States of the Persian Gulf, much attention has been paid to improving railway transport using the latest technologies and achievements of science and technology. For economic, social and environmental reasons, the development of this type of transport is becoming one of the main tasks of the governments of these countries.

© Аль-Шумари Аднан Салам, 2024

A modern rail network will connect all GCC countries and provide another mobility option besides road, air and sea transport for both passengers and cargo in the region. The new national project is expected to make a significant contribution to the economy and prosperity of the countries in the region.

The development of the transport system in this region, taking into account economic and climatic features, is justified by the state transport strategy to achieve global indicators not only of traditional safety, accessibility and quality of transportation, but also of environmental friendliness, multimodality and speed.

As part of the long-term development of the transport system, among the priorities of the governments of Saudi Arabia, the United Arab Emirates and Qatar is the use of a vacuum maglev transport system to launch ultra-high-speed train traffic by putting into operation the fastest train in the world with a speed of up to 1100 km/h, the project executor is an American company Hyperloop. The journey between Dubai and Riyadh will last only 48 minutes, the project becomes the main competitor to the highly developed air transport, and the train of the future will be the first means of transport between the Gulf countries.

The relevance of the project lies in the integration of the economy and life of the people of the countries of the region, increasing the mobility of citizens and residents, creating an attractive platform for companies, manufacturers, resources and human capital, supporting joint investments between countries, as well as developing the tourism industry and environmental protection.

**Keywords:** railway transport; vacuum train; passenger transportation; super high speed movement; Saudi Arabia; terminal network; maglev transport

**For citation:** Al-Shumari Adnan Salam. Implementation efficiency of the Hyperloop vacuum train project in the Gulf countries. *Transport technician: education and practice*. 2024;5(2).196-202. (In Russ.) <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.2.196-202>.

## ВВЕДЕНИЕ

Совет сотрудничества арабских государств Персидского залива (ССАГПЗ) создан 25 мая 1981 г. Цель организации — координация, сотрудничество и интеграция в экономической, социальной и культурной сферах.

ССАГПЗ состоит из шести арабских стран, три из них — члены ОПЕК. Государства обладают крупнейшими запасами энергоресурсов. Их доля в мировых доказанных запасах нефти равна 40 %, и они удовлетворяют 25 % зарубежных потребностей в нефти. Удельный вес в мировых запасах природного газа составляет 20 %, также им принадлежат 40 % финансовых резервов мира. Имеют схожие экономические и политические системы, показатели и интересы, а также зависимость товарной структуры экспорта от вывоза одного стратегического товара — нефти, на который приходится 50 % совокупного ВВП региона и 80 % экспортных валютных доходов [1].

Цель исследования — анализ транспортной системы и перспективного развития железнодорожного транспорта в странах ССАГПЗ и оценка экономической эффективности проекта.

В условиях богатства и климатических особенностей этих стран правительствами Саудовской Аравии и Объединенных Арабских Эмиратов к 2030 г. разрабатывается стратегический проект по совершенствованию и оптимизации транспортной пассажирской системы с использованием новейших транспортных технологий в мире по перевозке пассажиров и грузов [2].

Система Hyperloop является возможным и оптимальным решением по развитию экономики за счет сокращения затрат времени на поездку внутри страны и между странами региона, вызванных большими пробками на подходах к крупным городам, передвижением барханов пустыни и высокой температуры воздуха летом. Для эксплуатации вакуумных поездов используется дешевая солнечная энергия [3, 4]. Показатели экономического развития ССАГПЗ приведены в табл. 1.

Проведенный анализ транспортной пассажирской системы ССАГПЗ показал:

- основной наземный вид транспорта — автомобильный;

Таблица 1

Показатели экономического развития

№ п/п	Страна	Население, тыс. чел.	ВВП, долл. США	Темп роста населения, %	Доля мигрантов, %
1	Саудовская Аравия	34 219	23 219	1,51	30
2	ОАЭ	10 207	39 180	2,87	89
3	Эль-Кувейт	4465	28 500	1,79	81
4	Оман	4299	18 198	2,06	47
5	Катар	2639	62 919	4,19	33
6	Бахрейн	1505	25 998	2,57	59

Действующие и перспективные железные дороги ССАГПЗ

Страна	Участок	Действующие, км	Перспективные, км	Ширина колеи, мм	Примечание
КСА	Эд-Даммам и Эр-Рияд (через Эль-Хуфуф)	556	663	1435	Перевозка нефти с месторождения
	Мекка – Медина (ВСМ), 300 км/ч	449,2		1435	Перевозка паломников
ОАЭ	Шах – Хабшан – порт Эль-Рувайс	264	684	1435	Перевозка серы с месторождения
Катар	Метрополитен Доха – аэропорт Хамад	78	283	1435	37 станций строились к ЧМ-2022 по футболу
Эль-Кувейт	–	0	145	1435	Пассажирские и грузовые перевозки
Оман			306	1435	
Бахрейн			36	1435	

- наличие современного развитого воздушного транспорта;
- высокое качество обслуживания авиапассажиров;
- отсутствие разветвленной сети общественного транспорта;
- загруженность автомагистралей и образование пробок на подходах к крупным мегаполисам;
- влияние климатических условий [5] (передвижение барханов и наступление на автомагистрали);
- транспортная усталость при совершении дальних путешествий (особенно летом, характерно в условиях Королевства Саудовской Аравии).

Железная дорога залива соединяет Кувейт с Саудовской Аравией через Даммам в Бахрейн, через предлагаемый мост короля Хамада параллельно мосту короля Фахда, из Бахрейна в Катар через планируемый мост Катар, из Катара в Даммам через порт Сальва в ОАЭ через порт Аль-Бата в Абу-Даби – Аль-Айн, затем в Оман через Сохар в Маскат. Протяженность этой магистрали в странах-участниках показана в табл. 2.

Стоимость проекта составляет 15 млрд долл., из которых 5 млрд долл. выделены на покупку подвижного состава. Скорость пассажирского движения составляет 220 км/ч, грузового — 120 км/ч. Ширина колеи — 1435 мм. Предполагаемые сроки введения в эксплуатацию — 2025 г.

Данное железнодорожное направление будет пропускать смешанное движение поездов как скоростных, так и ускоренных грузовых с применением новейших технологий по обеспечению безопасности и высокому показателю пропускной способности с помощью программного обеспечения и искусственного интеллекта по обслуживанию пассажиров и управлению поездами [6, 7].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Магнитолевитационная система вакуумного движения поездов

Физическая основа проекта — многократное снижение сопротивления воздушной среды движущемуся транспортному средству [8], обеспечивающее сверхвысокие скорости доставки объекта (как пассажира, так и товара) по сравнению с традиционными наземными видами транспорта в пять-десять раз (рис. 1).

Наибольшая активность на мировом рынке транспортных инноваций проявляется в настоящее время в США, Китае, Японии, Республике Корея. Причем активное развитие вакуумной магнитолевитационной транспортной системы [9] по инициативе американского предпринимателя-инноватора Илона Маска началось в 2013 г. Он прогнозировал, что эта транспортная система в ближайшем будущем заменит высокоскоростное движение поездов.

### Характеристика и принцип работы Hyperloop

Hyperloop — это сверхскоростной поезд, который движется быстрее скорости звука со скоростью более 1220 км/ч:

- средняя скорость поезда составляет 962 км/ч;



Рис. 1. Вакуумный поезд

- максимальная скорость Hyperloop составляет 1220 км/ч;
- пассажиры путешествуют в транспортных капсулах;
- одна капсула вмещает около двадцати пассажиров;
- капсула внутри трубы проходит со сверхвысокой скоростью, опираясь на сжатую подушку безопасности с помощью магнитного поля, создаваемого генерирующим электродвигателем от солнечной энергии;
- капсула Hyperloop может запускаться с одной и той же станции каждые 30 секунд без каких-либо проблем или опасностей при запуске двух полетов за этот короткий период времени;
- безопасное расстояние в пять миль между выпущенными капсулами.

Достоинства проекта:

- Hyperloop — самый быстрый из известных на сегодняшний день способов передвижения, а также самый безопасный [10]. Удобный и наименее дорогой способ передвижения по сравнению с существующими транспортными средствами.

Например, расстояние между Сан-Франциско и Лос-Анджелесом составляет около 615 км, можно будет добраться на поезде Hyperloop всего за 30 минут с максимальной скоростью 760 миль в час (1220 км/ч), а автомобильные поездки занимают около 5 ч 35 мин.

По прогнозам Илона Маска, стоимость строительства одной трубы составляет всего 10 % стоимости высокоскоростного поезда и 25 % стоимости автодорог.

- Система Hyperloop требует меньше сети инфраструктуры [11] по сравнению с другими видами транспорта и обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду [12].
- Эффективность проекта Hyperloop в десять раз больше воздушного транспорта и в 5 раз дешевле по использованию энергии по сравнению с краткосрочными рейсами самолетом.
- Hyperloop будет самым безопасным и удобным видом транспорта.
- Фактическое отсутствие воздействия погодных условий на пассажиров (ветер, лед и дождь и т.д.) [13].
- Высокая межконтинентальная мобильность пассажиров.
- Максимальная степень безопасности при использовании возобновляемых источников энергии (не зависит от отключения электроэнергии).

Наиболее заметными препятствиями, с которыми сталкивается проект, являются правительственные согласования документации и финансирование. Реализация проекта займет 7–10 лет и будет

стоить около 6 млрд долл. США, а не 68 млрд долл. США — стоимость скоростных поездов в Соединенных Штатах.

Среди недостатков этой системы можно отметить следующие:

- в случае повреждения в капсуле (например, дыра) это угрожает жизни пассажиров и приводит к летальному исходу в течение нескольких секунд, потому что технология зависит от полного вакуума [14];
- утечка воздуха внутри трубы затрудняет движение капсулы с заданной скоростью [15];
- при неправильной остановке капсулы пассажиры могут почувствовать себя плохо из-за воздействия силы тяжести, кроме того, у некоторых может возникнуть клаустрофобия из-за отсутствия окон.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Проект Hyperloop в странах сотрудничества

Королевство Саудовская Аравия объявило о подписании контракта о сотрудничестве с компанией Virgin Hyperloop One с целью использования новейшей технологии Hyperloop для перевозки пассажиров и грузов, а также проведения совместных исследований в области науки и техники по программе Hyperloop.

Объединенные Арабские Эмираты планируют соединение Абу-Даби с Дубаем и аэропортом Ал-Мактум в Дубае как первый этап строительства. Тестирование первой капсулы проведут во французском городе Тулуза, прежде чем она будет установлена в ОАЭ.

Другие страны сотрудничества также планируют присоединиться к проекту после введения в эксплуатацию в этих странах. Перспективный проект внедрения Hyperloop в странах ССАГПЗ приведен на *рис. 2*.

Расчет времени поездок Hyperloop в городах ОАЭ (*табл. 3*) показывает целесообразность и эффективность введения в эксплуатацию транспортной системы.

Стратегический пилотный проект направлен на применение новейшей технологии по модернизации транспортной системы стран сотрудничества. Проект внесет значительный вклад в экономический рост, развитие и процветание региона, а также снижение транспортных расходов. Он также будет способствовать развитию региональной торговли и поддержке национальных отраслей стран ССАГПЗ, трудоустройству граждан стран ССАГПЗ; создаст потенциал и институциональные навыки, необходимые для обеспечения устойчивости транспортной системы по перевозке пассажиров и грузов в основном за счет сокращения затрат



Рис. 2. Карта перспективных маршрутов в странах региона

времени на поездки. Например, путешествие Эр-Рияд – Джедда займет 46 минут, Эр-Рияд – Дубай — 48 минут, а Абу-Даби – Дубай — 12 минут.

### Экономическая эффективность

В условиях реализации проекта Hyperloop в ОАЭ и в качестве примера можно определить экономический эффект от пересадки части автовладельцев со своих автомобилей на капсулу-поезд.

Таким образом, сокращается коэффициент загрузки автомагистралей, время ожидания в пробках на подъездах к крупным мегаполисам, снижается количество дорожно-транспортных происшествий [16], а также улучшается экологическая обстановка в регионе.

Расчет проведен на примере междугородного сообщения Абу-Даби – Дубай.

Экономическая эффективность от снижения себестоимости перевозок пассажиров, млн/долл., определяется по формуле

$$Z_{пер}^{год} = 365 \cdot \Delta N_{сут} \cdot S_{авт} \cdot I_{ср}^M, \quad (1)$$

где 365 — количество дней в году;  $\Delta N_{сут}$  — сокращение суточной интенсивности движения на въезд в город и в центр города (авт./сут);  $S_{авт}$  — средняя себестоимость 1 авт./км пробега, долл./км;  $I_{ср}^M$  — средняя протяженность 1 маршрута.

К примеру, участок Абу-Даби – Дубай протяженностью 120 км, затраты времени на автомобиле на подъезде к городу и ожидание в пробках составляет примерно 1–1,5 часа.

Предположим, что 1000 автомобилистов переседают на поезд, годовой экономический эффект будет:

$$Z_{пер}^{год} = 365 \cdot 1000 \cdot 3 \cdot 120 = 12\,960\,000 \text{ эмиратских дирхамов (на 1000 автомобилей),}$$

где  $S = 3$  дирхама (примерно).

Численность зарегистрированных автомобилей в одном только Дубае превышает 2 млн.

Актуальность этого проекта не вызывает сомнений, учитывая его связь с финансовым потенциалом и географическими особенностями стран региона. Среди преимуществ можно выделить:

- сокращение времени поездки;

Таблица 3

Время в пути поездок Hyperloop городов ОАЭ Абу-Даби, Дубай

От/до	Башня Этихад	Саадлят Культурный центр	Столичный округ Абу-Даби	Аэропорт Абу-Даби	Центр Дубая	Дубай Марина	Бурдж-Халифа	Аэропорт Дубай
Башня Этихад								
Саадлят Культурный центр	2,1							
Столичный округ Абу-Даби	5,8	4,6						
Аэропорт Абу-Даби	4,6	3,4	2,2					
Центр Дубая	8,5	7,3	7,3	6,1				
Дубай Марина	9,8	8,6	8,6	7,4	2,6			
Бурдж-Халифа	11	9,8	9,8	8,6	3,8	2,5		
Аэропорт Дубай	11,7	10,5	10,5	9,3	4,5	3,2	1,7	

- разгрузку региональных автомагистралей;
- минимальный ущерб для окружающей среды: использование солнечной энергии для обслуживания вакуумных поездов и снижение выбросов углекислого газа на 70–80 % способствует улучшению экологической обстановки в регионе;
- снижение транспортной усталости, особенно в летнее время года;
- повышение производительности труда: улучшенная доступность транспортных услуг и снижение времени поездки позволят эффективнее использовать рабочую силу и рационально перераспределять ее.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проект внесет значительный вклад в экономический рост, развитие и процветание региона, диверсификацию имеющихся транспортных средств и снижение транспортных расходов. Он также

способствует расширению и облегчению региональной торговли, поддержке национальных отраслей стран ССАГПЗ, обеспечит возможность трудоустройства для граждан этих стран и создаст потенциал и институциональные навыки, необходимые для устойчивости транспортной пассажирской системы.

Анализ результатов исследования показывает актуальность проекта по повышению качества оказываемых услуг и уровня конкурентоспособности за счет повышения экономического эффекта от сокращения времени поездки, использования возобновляемой солнечной энергии и снижения экологического ущерба для окружающей среды. Данный инновационный проект позволит определить стратегию интеграции стран района в экономической, социальной и культурной сферах.

Успех этого высокотехнологического проекта создает предпосылки присоединения к нему других стран региона. Целесообразно продолжать исследования в этой области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Sim L.C.* Low-carbon energy in the Gulf: Upending the rentier state? // *Energy Research & Social Science*. 2020. Vol. 70. P. 101752. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101752
2. *Beni A.N., Marriner N., Sharifi A., Azizpour J., Kabiri K. et al.* Climate change: A driver of future conflicts in the Persian Gulf Region? // *Heliyon*. 2021. Vol. 7. Issue 2. P. e06288. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06288
3. *Sui Y., Niu J., Ricco P., Yuan Y., Yu Q. et al.* Impact of vacuum degree on the aerodynamics of a high-speed train capsule running in a tube // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2021. Vol. 88. P. 108752. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2020.108752
4. *Tudor D., Paolone M.* Operational-driven optimal-design of a hyperloop system Aerospace // *Transportation Engineering*. 2021. Vol. 5. P. 100079. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100079
5. *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. EDN YUAKWX.
6. *Покровская О.Д.* Моделирование системы организации перевозочного процесса через терминальную сеть // *Известия Транссиба*. 2017. № 1 (29). С. 118–130. EDN YTPJTJN.
7. *Комаров К.Л., Воскресенская Т.П., Пахомова Г.Ф., Пахомов К.А., Покровская О.Д.* Логистическая интеграция и координация сибирских регионов в контексте реализации Стратегии-2030 // *Железнодорожный транспорт*. 2010. № 3. С. 57–60. EDN OYWLR.
8. *Зайцев А.А.* Институциональные и технические проблемы магнитолевитационного транспорта // *Транспортные системы и технологии*. 2017. Т. 3. № 2. С. 50–52. EDN YKXNBG.
9. *Зайцев А.А.* Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени // *Транспортные системы и технологии*. 2017. Т. 3. № 1. С. 5–19. EDN ZERLNJ.
10. *Mateu J.M., Fernández P.M., Franco R.I.* Setting safety foundations in the Hyperloop: A first approach to preliminary hazard analysis and safety assurance system // *Safety Science*. 2021. Vol. 142. P. 105366. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105366
11. *Alexander N.A., Kashani M.M.* Exploring Bridge Dynamics for Ultra-high-speed, Hyperloop, Trains // *Structures*. 2018. Vol. 14. Pp. 69–74. DOI: 10.1016/j.istruc.2018.02.006
12. *Qadir Z., Munir A., Ashfaq T., Munawar H.S., Khan M.A., Le K.* A prototype of an energy-efficient MAGLEV train: A step towards cleaner train transport // *Cleaner Engineering and Technology*. 2021. Vol. 4. P. 100217. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100217
13. *Yu Q., Yang X., Niu J., Sui Y., Du Y., Yuan Y.* Aerodynamic thermal environment around transonic tube train in choked/un-choked flow // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2021. Vol. 92. P. 108890. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2021.108890
14. *Niu J., Sui Y., Yu Q., Cao X., Yuan Y.* Aerodynamics of railway train/tunnel system: A review of recent research // *Energy and Built Environment*. 2020. Vol. 1. Issue 4. Pp. 351–375. DOI: 10.1016/j.enbenv.2020.03.003
15. *Yu Q., Yang X., Niu J., Sui Y., Du Y., Yuan Y.* Theoretical and numerical study of choking mechanism of fluid flow in Hyperloop system // *Aerospace Science and Technology*. 2022. Vol. 121. P. 107367. DOI: 10.1016/j.ast.2022.107367
16. *Alkheder S.* Learning from the past: traffic safety in the eyes of affected local community in Abu Dhabi City, United Arab Emirates // *Transportation Letters*. 2016. Vol. 9. Issue 1. Pp. 20–38. DOI: 10.1080/19427867.2015.1133040

## REFERENCES

1. Sim L.C. Low-carbon energy in the Gulf: Upending the rentier state? *Energy Research & Social Science*. 2020;70:101752. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101752
2. Beni A.N., Marriner N., Sharifi A., Azizpour J., Kabiri K. et al. Climate change: A driver of future conflicts in the Persian Gulf Region? *Heliyon*. 2021;7(2):e06288. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06288
3. Sui Y., Niu J., Ricco P., Yuan Y., Yu Q. et al. Impact of vacuum degree on the aerodynamics of a high-speed train capsule running in a tube. *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2021;88:108752. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2020.108752
4. Tudor D., Paolone M. Operational-driven optimal-design of a hyperloop system Aerospace. *Transportation Engineering*. 2021;5:100079. DOI: 10.1016/j.treng.2021.100079
5. 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. EDN YUAKWX. (In Russ.).
6. Pokrovskaya O.D. A set-theoretic model of terminal network. *Journal of Transsib Railway Studies*. 2017;1(29):118-130. EDN YTPTJN. (In Russ.).
7. Komarov K.L., Voskresenskaya T.P., Pakhomova G.F., Pakhomov K.A., Pokrovskaya O.D. Logistics integration and coordination of Siberian regions in the context of the implementation of Strategy 2030. *Railway Transport*. 2010;3:57-60. EDN OYWLRL. (In Russ.).
8. Zaitsev A.A. Institutional and technical problems of magne-tohevitational transport. *Transportation Systems and Technology*. 2017;3(2):50-52. EDN YKXNBG. (In Russ.).
9. Zaitsev A.A. Magnetohevitational transport: response to time challenges. *Transportation Systems and Technology*. 2017;3(1):5-19. EDN ZERLNJ. (In Russ.).
10. Mateu J.M., Fernández P.M., Franco R.I. Setting safety foundations in the Hyperloop: A first approach to preliminary hazard analysis and safety assurance system. *Safety Science*. 2021;142:105366. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105366
11. Alexander N.A., Kashani M.M. Exploring Bridge Dynamics for Ultra-high-speed, Hyperloop, Trains. *Structures*. 2018;14:69-74. DOI: 10.1016/j.istruc.2018.02.006
12. Qadir Z., Munir A., Ashfaq T., Munawar H.S., Khan M.A., Le K. A prototype of an energy-efficient MAGLEV train: A step towards cleaner train transport. *Cleaner Engineering and Technology*. 2021;4:100217. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100217
13. Yu Q., Yang X., Niu J., Sui Y., Du Y., Yuan Y. Aerodynamic thermal environment around transonic tube train in choked/unchoked flow. *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 2021;92:108890. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow.2021.108890
14. Niu J., Sui Y., Yu Q., Cao X., Yuan Y. Aerodynamics of railway train/tunnel system: A review of recent research. *Energy and Built Environment*. 2020;1(4):351-375. DOI: 10.1016/j.enbenv.2020.03.003
15. Yu Q., Yang X., Niu J., Sui Y., Du Y., Yuan Y. Theoretical and numerical study of choking mechanism of fluid flow in Hyperloop system. *Aerospace Science and Technology*. 2022;121:107367. DOI: 10.1016/j.ast.2022.107367
16. Alkheder S. Learning from the past: traffic safety in the eyes of affected local community in Abu Dhabi City, United Arab Emirates. *Transportation Letters*. 2016;9(1):20-38. DOI: 10.1080/19427867.2015.1133040

## Об авторе

**Аль-Шумари Аднан Салам** — кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; SPIN-код: 1912-2444, РИНЦ ID: 687712, ORCID: 0000-0001-5217-9960; adnan.al-shumari@yandex.ru.

## Bionotes

**Al-Shumari Adnan Salam** — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of “Management of Operational Work”; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; SPIN-code: 1912-2444, ID RSCI: 687712, ORCID: 0000-0001-5217-9960; adnan.al-shumari@yandex.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 08.02.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.  
The article was submitted 08.02.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.