

Оценка углеродного следа транспортного обеспечения чемпионата мира по футболу FIFA 2018

Ю.В. Трофименко, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор¹

В.И. Комков, доцент, канд. техн. наук¹

К.Ю. Трофименко, директор Центра исследований транспортных проблем мегаполисов, канд. техн. наук²

¹ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)

e-mail: ywtrofimenko@mail.ru, v.komkov@gmail.com, k_trofimenko@mail.ru

Ключевые слова:

массовые мероприятия,
городской транспорт,
зеленое наследие,
углеродный след,
прогноз выбросов парниковых газов.

В статье рассматриваются результаты оценки углеродного следа, обусловленного реализацией Плана управления перевозками во время проведения чемпионата мира по футболу FIFA 2018 в г. Калининграде на основе расчета выбросов парниковых газов транспортом. Предложены мероприятия для снижения углеродного следа, которые могут быть использованы и в других городах России, где в 2018 г. будет проводиться чемпионат мира по футболу.

1. Введение

В нашей стране понятия «углеродный след», «зеленое наследие» появились сравнительно недавно в связи с сооружением на принципах «зеленого строительства» элитного жилья, других объектов недвижимости, спортивных арен для крупнейших международных соревнований [1–6]. Под термином «углеродный след» понимается интенсивность образования парниковых газов (ПГ), причиной которых стала реализация мер, связанных с проведением какого-либо крупного международного мероприятия, причем как в период его подготовки и проведения, так и после окончания. Учет углеродного следа, или «парникового содержания» позволяет оценить деятельность, товар или услугу не только по качеству и цене, но и по затраченному эколого-энергетическому ресурсу, выраженному в CO₂-эквиваленте (CO₂-экв).

«Зеленое наследие» крупного международного мероприятия, например, Олимпийских игр или чемпионатов мира по футболу учитывает большой круг экологических факторов в следующих сферах деятельности [6]:

- 1) продвижение стандартов «зеленого строительства»;
- 2) планирование энергоснабжения и энергоэффективности;

- 3) использование возобновляемых источников энергии;
- 4) использование экологически эффективного транспорта с низким выбросом парниковых газов;
- 5) программа компенсации выбросов углерода (обеспечение нулевого углеродного следа);
- 6) информирование общественности и разъяснительно-пропагандистская деятельность.

Ключевым моментом формирования такого наследия является продвижение стандартов «зеленого строительства» объектов недвижимости, спортивных арен, т.е. их сертификация независимыми экспертами на соответствие международному (британскому) стандарту BREEAM [1], который адаптируется под особенности конкретной страны, имеет специальные версии для сложных многофункциональных объектов.

При строительстве спортивных арен в рамках подготовки к мировым первенствам доминируют требования МОК или ФИФА по безопасности, вместимости, экологичности и зеленому наследию. Причем все эти требования удовлетворить весьма сложно. Так, требования к вместимости стадионов в большинстве случаев превышают реальные потребности городов-организаторов. Помимо определенного количества мест на трибунах, избыточными

являются требования к инфраструктуре, количеству парковочных мест и техническому оснащению арены. В результате многое из построенного приходится после проведения мероприятия демонтировать, реконструировать либо оптимизировать иным образом, что негативно отражается на зеленом наследии и обеспечении нулевого углеродного следа. Однако и в этой ситуации позиции «зеленых» технологий остаются неизбывными: их применение обязательно.

В Сочи только семь объектов Зимней Олимпиады были сертифицированы по стандарту BREEAM: 2 арены, 2 гостиницы, железнодорожный вокзал, олимпийский университет и офис Оргкомитета. Для трех из них сертификация была проведена после завершения строительства, для остальных оценивалась только проектная документация. В прошедший период после завершения Олимпийских игр в Сочи ключевыми аспектами олимпийского «зеленого» их наследия представляются следующие мероприятия (по уровню значимости) [7]:

- энергоэффективность — освещение, теплоизоляция, пассивные приемы проектирования, рекуперация тепла;
- «зеленая» электроэнергия — гидроэнергетика, газовая теплогенерация, солнечная энергетика;
- водопотребление — сбор и использование дождевой воды, отдельные системы водоснабжения (техническая и питьевая);
- охрана окружающей среды и биоразнообразия — полевые исследования, компенсационные меры, сохранение аборигенных видов растений и путей миграции животных;
- управление отходами — отходы строительства минимизированы и подвергаются переработке;
- архитектура и проектирование — комплексный подход к проектированию, энергоэффективность;
- транспорт — новый железнодорожный и общественный транспорт, велосипеды, электромобили, управление транспортной системой.

Транспорт в этой иерархии влияния на зеленое наследие и величину углеродного следа Зимней Олимпиады уступает место другим сферам деятельности. Совершенствование транспортной инфраструктуры, которое необходимо для транспортного обеспечения крупнейших международных мероприятий, выступает генератором моторизованной мобильности в период их проведения, но особенно после завершения, что может привести к обратному эффекту — ухудшению «зеленого наследия» и увеличению углеродного следа.

Оценим перспективы снижения углеродного следа транспортной деятельности при проведении крупных массовых соревнований на примере реализации

Плана управления перевозками во время и после проведения чемпионата мира по футболу FIFA 2018™ в г. Калининграде.

2. Мероприятия по компенсации углеродного следа, методы оценки и принятые допущения

Перечень мероприятий по компенсации углеродного следа транспортного обслуживания мероприятий чемпионата мира (ЧМ) по футболу установлен на основании опыта проведения крупных спортивных мероприятий последнего десятилетия (Олимпиад в Сочи, Лондоне, Ванкувере, ЧМ по футболу в Южной Африке), а также результатов исследований в области снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду [8–15]. Представляется, что для футбольных матчей ЧМ в г. Калининграде такими мероприятиями будут следующие.

- А) Сокращение выбросов ПГ за счет внедрения организационных и инженерно-технических мероприятий, предусматривающих обновление автомобильного парка:
- замена существующих автобусов низких экологических классов, осуществляющих перевозки в Калининграде, которые могли бы использоваться на маршрутах обслуживания игр ЧМ заказным и специальным транспортом по основным и резервным маршрутам (шаттлами экологических классов 5 и 6 особо большой и средней вместимости);
 - введение при аккредитации легковых автомобилей такси экологических требований к конструкции автомобиля на уровне не ниже экологического класса 4;
 - использование легковых электромобилей для перемещения по городу VVIP и VIP-персон, а также для перемещения лиц с ограниченными возможностями от мест парковки и высадки к трибунам стадиона;
 - стимулирование развития электротранспортной инфраструктуры и парка электромобилей разного назначения, в том числе рассмотрение возможности использовать электромобили чиновниками областной и городской администрации в качестве служебных автомобилей.
- Б) Замена личного автотранспорта (легковых АТС существующих экологических классов) пешеходным движением на рекомендуемых маршрутах движения в период проведения мероприятий ЧМ.
- В) Переключение пассажирских потоков с автотранспорта на железную дорогу при обслуживании мероприятий ЧМ.
- Г) Сооружение и обустройство европейского велокоридора EV10 и EV13 на территории Кали-

нинградской области и развитие велодвижения в г. Калининграде для переключения части пассажиропотока с автомобильного на велосипедный транспорт, в том числе в период проведения мероприятий ЧМ-2018 для доставки зрителей и болельщиков на стадион и в фан-зоны.

- Д) Развитие маршрутной сети рельсобусов с переключением на них части пассажиропотока с автобусных маршрутов.
- Е) Замена автобусов маршрута S1 «Аэропорт Храброво — Стадион» троллейбусами той же вместимости не только на период проведения мероприятий ЧМ-2018, но и в последующий период.
- Ж) Разработка программы компенсации углеродного следа на основании инициатив коммерческого партнерства как в транспортном, так и в других секторах подготовки и проведения мероприятий ЧМ-2018 по футболу.
- З) PR-акции по привлечению спонсоров, партнеров и зрителей к мероприятиям по компенсации углеродных выбросов при транспортном обслуживании мероприятий ЧМ-2018 по футболу.
- И) Регистрация углеродного следа зрителей при посещении мероприятий ЧМ-2018.
- К) Учет углеродного следа при строительстве (модернизации) объектов транспортной инфраструктуры и транспортировке строительных материалов в период подготовки мероприятий ЧМ-2018.

Расчет углеродного следа (в CO_2 -экв) по всей цепи транспортного обслуживания гостей и участников игр ЧМ-2018, в том числе при строительстве (модернизации) объектов транспортной инфраструктуры и транспортировке строительных материалов весьма сложен, чреват дублированием учета одних и тех же эмиссий «по производству» и «по потреблению». Углеродная отчетность (индикативные показатели абсолютных и удельных выбросов парниковых газов в CO_2 -эквиваленте) пока не введена в практику оценки хозяйственной деятельности в Российской Федерации, а также не разработаны экономические механизмы компенсации выбросов парниковых газов. Кроме того, весьма трудно оценить влияние указанных выше социально-значимых мероприятий (поз. Ж-И) на величину углеродного следа транспортной деятельности.

С учетом изложенного, оценка углеродного следа от реализации Плана управления перевозками и движением осуществлялась в дни проведения футбольных матчей и после окончания ЧМ-18 на период до 2020 года при реализации следующих мероприятий:

- 1) замены существующих автобусов низких экологических классов, осуществляющих перевозки в Калининграде, которые могли бы использовать-

ся на маршрутах обслуживания игр ЧМ (нулевой сценарий) заказным и специальным транспортом по основным и резервным маршрутам (автобусами экологических классов 5 и 6 особо большой и средней вместимости), а также использования автобусов высоких экологических классов на городских маршрутах после окончания мероприятий ЧМ;

- 2) замены личного автотранспорта (легковых АТС существующих экологических классов) пешеходным движением;
- 3) переключения пассажирских потоков с автотранспорта на железную дорогу при обслуживании мероприятий ЧМ;
- 4) сооружения и обустройства европейского велокоридора (маршруты EV10 и EV13) на территории Калининградской области и развитие велосипедного движения в г. Калининграде для переключения части пассажиропотока с автомобильного на велосипедный транспорт, в том числе в период проведения мероприятий ЧМ-2018 для доставки зрителей и болельщиков на стадион и в фан-зоны;
- 5) развитие маршрутной сети рельсобусов с переключением на них части пассажиропотока с автобусных маршрутов;
- 6) замена автобусов маршрута S1 «Аэропорт Храброво — Стадион» троллейбусами той же вместимости не только на период проведения мероприятий ЧМ-2018, но в последующий период.

Оценка сокращения выбросов парниковых газов (диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O)) от разных видов пассажирского транспорта в результате реализации указанных выше мероприятий выполнялась с использованием методик Глобального экологического фонда (ГЭФ) [16] и Европейского агентства по охране окружающей среды [17], реализованной в компьютерной программе Sorpert 4 [18]. Расчет выбросов ПГ транспортной системой г. Калининграда при реализации указанных мероприятий по данным методикам осуществлялся в период проведения футбольных матчей в 2018 г. и в последующее время до 2020 г. при отсутствии Плана управления перевозками во время проведения матчей чемпионата мира по футболу (базовый сценарий), а также при реализации Плана (реалистичный сценарий). Необходимым условием проведения расчетов по программе Sorpert 4 является формирование достоверных исходных данных по основным типам входных параметров:

- потребление моторного топлива и его характеристики;
- численность, тип и структура парка АТС по их экологическому классу;

- условия и режимы движения транспортных потоков;
- пробеговые выбросы загрязняющих веществ и расход топлива групп АТС разных экологических классов;
- природно-климатические и другие параметры.

Распределение АТС по экологическим классам при их эксплуатации определено на основании анализа структуры парка транспортных средств Калининградской области, зарегистрированных в ГИБДД, в зависимости от года выпуска автомобилей. При выполнении расчетов принималось допущение, что количество и структура парка подвижного состава в 2018 г. не изменится по сравнению с существующей ситуацией.

Данные по движению — среднегодовой пробег, средняя скорость и доля пробегов по режимам движения для различных типов разновозрастных АТС и различных типов участков УДС — взяты по результатам исследований, выполненных в МАДИ, данных ГИБДД и Росстата, а также получены на основании экспертных оценок.

В качестве исходных данных использовались также результаты прогноза матрицы расщепления пассажиропотоков по видам передвижений (табл. 1) и другие характеристики работы пассажирского транспорта г. Калининграда на 2018 г. (табл. 2), разработанные ООО «Лаборатория градопланирования» [19].

Оценка углеродного следа при реализации конкретных мероприятий на период до 2020 г. при ис-

Таблица 1

Характеристика передвижения населения Калининградской агломерации с распределением по видам транспорта в 2018 г.

Вид передвижения	Суточное количество элементарных передвижений, тыс. пасс.	Количество пассажиров в 1 ТС, чел.	Средняя дальность передвижений, км/сут.
На легковом индивидуальном пассажирском транспорте	396,6	1,34	23,1
На мотоциклах	0,8	1	23,9
На такси	4,1	1,34	23,3
На автобусах малой вместимости (легковом коммерческом пассажирском транспорте <3,5 т)	85,6	15	7,3
На автобусах городских и пригородных средней и большой вместимости	256,6	55	7,3
На трамвае	32,9	100	2,3
На пригородной железной дороге	4,3	400	15,7
На велосипедах	0,8	1	3
Пешком	41,1		2
ВСЕГО	822,8		

Таблица 2

Сводные характеристики работы пассажирского транспорта г. Калининград в 2018 г.

Наименование показателей	Единица измерения	в том числе:					Индивидуальный пассажирский транспорт	Всего по пассажирским перевозкам
		Общественный пассажирский транспорт	рельсовый транспорт	из них:		автомобильный городской и пригородный транспорт		
				трамвай	пригородная железная дорога			
Общее количество поездок в утренний расчётный час	тыс. поездок в час	73	9,7	6,1	3,6	63,3	53,4	126,4
	%	57,8	7,7	4,8	2,9	50,1	42,2	100
Пассажирская работа в утренний расчётный час	тыс., пасс.-км в час	533,2	71,6	14,3	57,3	461,6	1235,7	1768,9
Суточный объём перевозок	тыс., пасс. в сутки	379,4	37,2	32,9	4,3	342,2	401,5	780,9
	%	48,6	4,8	4,2	0,6	43,8	51,4	100
Суточный пассажирооборот	тыс. пасс.-км в сутки	2639,7	144,6	77,3	67,3	2495,10	9291,0	11930,7
Средняя дальность передвижения в утренний расчётный час	км	9,08	7,4	2,3	15,9	7,3	23,1	14
Средняя длительность передвижения в утренний расчётный час (с учётом ожидания)	мин	54	33	12	57	31	43	—

пользовании схем развития отдельных видов транспорта и комплексной схемы организации дорожного движения г. Калининграда разработаны ЗАО «НИПИ ТРТИ» в рамках реализации проекта ПРООН/ГЭФ — Минтранс России 00080462 «Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России» [20].

Для оценки воздействия на окружающую среду рельсового электротранспорта использованы сводные удельные показатели выбросов CO₂ по методике ГЭФ [16] для различных видов перевозок при производстве электрической энергии на тепловых электростанциях, работающих на природном газе (табл. 3). В качестве расчетной загрузки используются утренние и вечерние расчетные часы-пик.

Расчет выбросов диоксида углерода при осуществлении пассажирских перевозок автотранспортными средствами оценивался на основании данных о потреблении топлива, с учетом предположения, что содержащийся в топливе углерод полностью окисляется в CO₂, по методике Copert 4. Дополнительный выброс CO₂ производится также у дизельных транспортных средств, оснащенных селективными каталитическими нейтрализаторами (SCR), выполняющих нормы ЕВРО-5. Здесь источником CO₂, не зависящим от расхода топлива, является процесс распада мочевины, использующейся в нейтрализаторах.

Таблица 3

Удельные показатели по методике ГЭФ для электротранспорта на 2018 г.

Рельсовый электротранспорт					
Удельные выбросы CO ₂				Средний расход энергии	
Пассажирские		Грузовые		Пассажирские	Грузовые
Высокая загрузка	Низкая загрузка	Высокая загрузка	Низкая загрузка	ские	ские
г/пасс-км		г/т-км		МДж/пасс-км	МДж/т-км
130	45	63,12	21	0,3	0,35

Таблица 4

Прогнозные оценки численности годового пробега разных видов пассажирских транспортных средств в г. Калининград на 2018 г.

Вид передвижения	Численность ТС, ед.	Годовой пробег, км
На легковом индивидуальном пассажирском транспорте	299030	8432
На автобусах малой вместимости (легковом коммерческом пассажирском транспорте <3,5 т)	2488	6112
На автобусах городских и пригородных средней и большой вместимости	2246	5535

Таблица 5

Прогнозные оценки валовых выбросов ПГ транспортом г. Калининград в 2018 г. при реализации базового сценария, т/год

Выбросы ПГ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -экв
Легковые ТС	564874,5	189,3	22,1	576182,9
Автобусы малой вместимости (легковой коммерческий пассажирский транспорт < 3,5 т)	4006,8	0,7	0,2	4093,6
Автобусы городские и пригородные средней и большой вместимости	10387,3	3,0	0,3	10543,0
Трамваи и троллейбусы	1713	—	—	1713
Пригородная железная дорога	2883	—	—	2883
ВСЕГО, т CO₂-экв	59415,5			

При оценке валовых выбросов ПГ разных типов транспортных средств учитывались также выбросы CH₄ и N₂O. Коэффициенты приведения: CO₂-экв = CO₂ : CH₄ : N₂O = 1 : 25 : 298 (ГЭФ, РККИК ООН).

С учетом численности транспортных средств (ТС), их среднегодовых пробегов (табл. 4), количества пассажиров, средней пассажировместимости ТС и дальности их передвижений, приведенных в табл. 2 и 3, оценены выбросов парниковых газов от работы автомобильного городского и пригородного (автобусы малой, средней и большой вместимости) транспорта, а также индивидуального пассажирского (легковые автомобили) для базового сценария на 2018 г. (табл. 5).

Как следует из табл. 5 общий объем выбросов парниковых газов транспортом г. Калининграда в 2018 г. по базовому сценарию может составить 59415,5 т CO₂-экв, из которых доля электротранспорта составляет менее 1%.

3. Величина углеродного следа транспортного обеспечения мероприятий ЧМ-2018 в Калининграде

Мероприятие 1 — замена существующих автобусов низких экологических классов, осуществляющих перевозки в Калининграде, автобусами экологических классов 5 и 6 особо большой и средней вместимости. В табл. 6 приведена численность и структура парка автобусов по экологическому классу, предназначенных для обслуживания мероприятий ЧМ-2018 в Калининграде по базовому сценарию, а в табл. 7 — численность автобусов высоких экологических классов, предназначенных для обслуживания мероприятий ЧМ-2018 в Калининграде по предлагаемому сценарию.



В результате расчетов с использованием программы Copert 4 установлено, что за 4 дня обслуживания игр ЧМ выбросы ПГ в результате транспортного обслуживания мероприятий ЧМ-18 составят 33,5 т CO₂-экв при базовом сценарии и 13,7 т при рекомендуемом, т.е. углеродный след в результате реализации мероприятия 1 может составить 19,71 т CO₂-экв, или 1798,64 т CO₂-экв в год.

Мероприятие 2 — замена личного автотранспорта (легковых ТС существующих экологических классов) пешеходным движением между стадионом, фан-зоной, Северным и Южным вокзалами, общая протяженность 7 км.

Для оценки транспортных нагрузок был взят сценарий, предполагающий игру популярной европейской команды с непопулярной командой другого континента. В связи с этим, предполагается прибытие на матч 41000 человек. В качестве допущения принято, что их дальнейшее распределение внутри транспортной системы Калининграда предполагает равномерное перемещение всех прибывших по соответствующим маршрутам.

Результаты расчета показали, что поскольку максимальное использование пешего передвижения позволит снизить объем возникающего транспортного спроса, сокращение выбросов парниковых газов при замене личного автотранспорта (существующих в автопарке города и региона легковых ТС соответствующих экологических классов) пешеходным движением на пешеходных маршрутах время проведения матчей составит 94,4 т CO₂-экв.

Мероприятие 3 — переключение пассажирских потоков с автотранспорта на железную дорогу при обслуживании мероприятий ЧМ.

Помимо поездов дальнего следования в период проведения ЧМ-2018 г. определенное значение будут иметь и пригородные направления перевозок. В Калининградской области на берегу Балтийского моря расположена курортная зона, спрос на ресурсы которой в межматчевые периоды (максимальный составляет 4,5 суток) со стороны гостей чемпионата мира по футболу 2018 г. оценивается как высокий.

В результате предлагаемой реорганизации движения поездов можно увеличить объем движения на 33 пары электропоездов в сутки: 20 дополнительных пар на Светлогорском направлении и 13 на Зеленоградском направлении, т.е. увеличить прирост провозной способности на 52800 пассажиров в сутки. В результате доля суточного объема пассажирских перевозок, приходящихся на пригородную железную дорогу, в 2018 г. возрастает до 7,3% (более 10% для электротранспорта в целом). При этом выбросы

CO₂ при перевозке электротранспортом составят 39890 т в год.

С учетом возможного изменения характеристик передвижения населения г. Калининграда (снижение годового количества транспортных средств или среднегодового пробега) при реализации данного мероприятия выбросы парниковых газов при эксплуатации пассажирских АТС в парке могут составить 592796 т CO₂-экв в год. При этом доля электротранспорта в общем объеме выбросов парниковых газов ожидается около 6,7%.

Мероприятие 4 — развитие велосипедной инфраструктуры: сооружение и обустройство велокоридора (маршруты EuroVelo 10 и EuroVelo 13) на территории Калининградской области, протяженностью 274 км, а также развитие велодвижения в г. Калининграде и как следствие, переключение части пассажиропотока с автомобильного на велосипедный транспорт, в том числе в период проведения мероприятий ЧМ-2018 для доставки зрителей и болельщиков на стадион и в фан-зоны.

При выполнении расчетов сокращения выбросов ПГ в результате замещения велотранспортом легковых автомобилей в велокоридоре принималось допущение, что до 2020 г. по нему ежегодно проедут 5000 велотуристов, а структура замещенных велотранспортом легковых автомобилей такая же, как существовала в Калининграде по типам и экологическим классам на 01.01.2015. Принималось также допущение, что движение автомобилей осуществляется по параллельным маршрутам на дорогах с твердым покрытием (общая длина маршрута 199 км установлена

Таблица 6

Численность и структура парка автобусов по экологическому классу, предназначенных для обслуживания мероприятий ЧМ-2018 в Калининграде по нулевому сценарию

Тип автобусов	Евро 0	Евро 1	Евро 2	Евро 3	Евро 4	Евро 5	Всего
Городской автобус сочлененный >18 т	64	7	29	6	5	2	113
Междугородный автобус <=18 т	17	2	7	2	1	0	29

Таблица 7

Численность автобусов высоких экологических классов, предназначенных для обслуживания мероприятий ЧМ-2018 в Калининграде по предлагаемому сценарию

Тип автобусов	Евро 5	Евро 6	Всего
Городской автобус сочлененный >18 т	56	57	113
Междугородный автобус <=18 т	14	15	29

с использованием ГИС «Яндекс-карты»). Расчеты показали, что углеродный след за счет сооружения и обустройства велокоридора может составить 90,4 т CO₂-экв в год.

С учетом прогноза развития велотранспортной сети г. Калининграда [20] (суммарная протяженность велодорожек составит в 2020 г. 88,45 км) и допущения, что велосипедное движение позволит высвободить 1% общего количества легковых автомобилей в г. Калининграде, величина углеродного следа за счет переключения части пассажиропотока с автомобильного на велосипедный транспорт, в том числе в период проведения футбольных матчей ЧМ-2018 может составить 6460,39 т CO₂-экв в год.

Мероприятие 5 — развитие маршрутной сети рельсобусов с переключением на них части пассажиропотока с автобусных маршрутов.

По данным ЗАО «НИПИ ТРТИ» и ООО «Лаборатория градопланирования», создание маршрутной сети рельсобусов для Калининграда перспективно, так как с их использованием могут формироваться как самостоятельные маршруты, так и в комбинации с автобусными маршрутами, реализуемыми на выделенных полосах движения на УДС. Это элементы новых видов городских пассажирских перевозок, реализующих принцип мультимодальной мобильности. Организация таких маршрутов позволит реализовать скоростную транспортную связь за счет обособленных железнодорожных линий и ограниченного количества остановок маршрутных автобусов, движущихся по выделенным полосам движения. С учетом существующей ситуации суммарное годовое расстояние оборотных маршрутов может составить 175,2 тыс. км, а общее потребление дизельного топлива рельсобусом — 52,7 т/год. Удельный выброс CO₂ при сгорании 1 кг дизельного топлива от транспортных средств экологического класса

1 и 2 составляет 2990 г/кг. Тогда валовые выбросы CO₂ рельсобусами при заданной эксплуатации оцениваются на уровне 157,6 т CO₂ в год. Результаты расчета по программе Copert 4 валовых выбросов парниковых газов 5 ед. дизельных автобусов полной массой 18 т экологического класса 2 при скорости 40 км/ч на данном маршруте показали, что они составят 712,8 т CO₂ в год. Таким образом, величина углеродного следа (снижение выбросов парниковых газов) от реализации данного мероприятия может составить 555,2 т CO₂ в год.

Мероприятие 6 — замена автобусов на маршруте S1 «Аэропорт Храброво — Стадион» протяженностью 24 км троллейбусами той же вместимости.

Согласно данным НИУ ВШЭ, потребность в подвижном составе для организации автобусных перевозок в период проведения ЧМ-18 составляет 29 пригородных автобусов средней вместимости полной массой менее 18 т. При замене этих автобусов троллейбусами на данном маршруте и после матчей ЧМ-18 снижение валовых выбросов ПГ ориентировочно составит 868,76 т CO₂-экв в год.

В табл. 8 сведены результаты прогнозной оценки выбросов ПГ и углеродного следа в результате реализации рассмотренных мероприятий.

Заключение

Учитывая, что в Калининграде будет проведено только 4 футбольных матча ЧМ-2018 на одном стадионе, вблизи которого будут размещены фанзоны, величина углеродного следа от транспортного обслуживания гостей и участников мероприятий ожидается незначительной. Результаты расчетных исследований показали, что при принятых допущениях величина углеродного следа при транспортном обеспечении игр ЧМ-2018 в г. Калининграде за счет реализации рассмотренных мероприятий составляет

Таблица 8

Прогноз выбросов парниковых газов и углеродного следа за счет реализации Плана организации перевозок ЧМ-2018 в г. Калининграде

Мероприятие	Выбросы парниковых газов, т/год				Снижение, %
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -экв	
Базовый сценарий	583864,57	193,02	22,57	595415,47	
1 - Замена существующих автобусов шаттлами	1791,39	0,20	0,01	1798,64	0,30
2 - Замена личного автотранспорта пешеходным движением	93,00	0,024	0,003	94,40	0,02
3 - Переключение пассажирских потоков на железную дорогу	1878,13	12,39	1,45	2619,40	0,44
4 - Развитие велосипедной инфраструктуры	6332,85	2,13	0,253	6460,39	1,09
5 - Развитие системы рельсобуса	555,20	—	—	555,20	0,09
6 - Замена автобусов троллейбусами на маршруте S1	858,3	0,002	0,04	868,76	0,15
ВСЕГО углеродный след, т CO₂-экв	11508,84	14,75	1,74	12396,80	

12396,8 т CO₂-экв, т.е. около 2,1% суммарных выбросов ПГ автомобильным транспортом города Калининграда в 2018 г.

Наибольший эффект может быть обеспечен за счет развития велосипедной инфраструктуры и переключения части пассажиропотока с моторизованных видов транспорта на велосипедный транспорт (мероприятие 4) — 6460,4 т CO₂-экв. Ожидается, что величина углеродного следа будет в перспективе воз-

растать по мере развития велосипедного туризма и перераспределения пассажиропотоков с личных автомобилей на велосипедный транспорт. По предварительным оценкам, затраты на реализацию данного мероприятия будут значительно меньше затрат, связанных со строительством объектов транспортной инфраструктуры. Кроме того, это мероприятие не генерирует моторизованную мобильность населения и является экологически чистым.

ЛИТЕРАТУРА

1. BRE Environmental Assessment Method (BREEAM) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.breeam.com/technical-standards> (дата обращения 03.01.2016).
2. LEED (LEED for New Construction Rating System 2009, NC 2009) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://americanolean.com/pdfs/leed/LEED_V2_2_versus_V3_side_by_side_071009_3.pdf (дата обращения 03.01.2016).
3. Sochi 2014 2-nd Green Building Implementation Report (june_2011). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/YuriBubnov/2-nd-greenbuildingimplementationreportjune2011> (дата обращения 03.01.2016).
4. ГОСТ Р 54964–2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.greenstand.ru/indocs/20/54964–2012.pdf> (дата обращения 03.01.2016).
5. Система добровольной экологической сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты». Критерии и нормативно-правовая документация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.green-home.name/files/file/Критерии%20зеленых%20станд.pdf> (дата обращения 03.01.2016).
6. Голубева С.Г. Отчет о реализации проекта «Учет экологических факторов при подготовке и проведении Олимпиады Сочи 2014: Стратегия и план действий для формирования «Зеленого наследия» (Презентация). 2012. ПРООН/ГЭФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://greening-sochi2014.isedc-u.com/> (дата обращения 03.01.2016).
7. Поляков А. Слагаемые «зеленого» спортивного наследия // SportBuild, июль 2015. — с. 66–71. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rugbc.org/assets/files/4296/original/Green_Legacy_1.pdf?1437145569 (дата обращения 03.01.2016).
8. Трофименко Ю.В. Актуальные вопросы экологической безопасности автотранспортного комплекса Московского региона. Научно-практическая конференция по экологическим проблемам Московского региона. Круглый стол №3, 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://мосприрода.рф/images/content/2013/stol-1/Replika_Trofimenko.pdf (дата обращения 04.01.2016).
9. Трофименко Ю.В., Кислова О.Ю. Основные факторы снижения выбросов автотранспортных потоков в Москве: вчера и на перспективу. Научно-практическая конференция по экологическим проблемам Московского региона. Круглый стол №3, 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://мосприрода.рф/images/ppt/2014/ct_3/3_4_Trofimenko_i_Kislova.pptx (дата обращения 04.01.2016).
10. Гридэр Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов/ Пер. с англ.; Под ред. проф. Э.В.Гирусова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. — 527 с.
11. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов /В.Н.Луканин, Ю.В.Трофименко. — М.: Высшая школа, 2003. — 273 с.[Текст]
12. Трофименко Ю.В., Евгеньев Г.И. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда: учебное пособие для студентов высших учебных заведений [Текст]; под ред. Ю.В. Трофименко. — 2-е изд. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 400 с. ISBN 978–5–7695–5582–4.
13. Трофименко Ю.В. Пути повышения экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1–9. С. 2345–2349.
14. Трофименко Ю.В., Комков В.И., Трофименко К.Ю. Обоснование зон ограниченного доступа автомобилей низких экологических классов в крупном городе (на примере Москвы) [Текст]// Автотранспортное предприятие. 2013. № 8. С. 34–38.
15. Трофименко Ю.В., Ворожнин В.С., Давыдов В.Б., Зубова С.С. Оценка эффективности очистки воздуха на улично-дорожной сети крупного города зелеными насаждениями и фотокаталитическими очистителями [Текст]// Безопасность в техносфере. 2014. Т. 3. № 6. С. 53–60.
16. GEF TEEMP Model default value. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://proecotrans.ru/upload/iblock/7d5/7d5f4b97339ec781c9b2fad88ef858be.pdf> (дата обращения 04.01.2016).
17. ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook 2013. ЕЕА Technical report N 12/2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eea.europa.eu/>

publications/emep-eea-guidebook-2013 (дата обращения 04.01.2016).

18. <http://emisia.com/products/copert-4>.

19. Технико-экономическое обоснование реализации системы скоростного городского пассажирского сообщения в городе Калининграде [Текст]: проект — этап 2 / ООО «Лаборатория градопланирования».

REFERENCES

1. BRE Environmental Assessment Method (BREEAM). Available at: <http://www.breeam.com/technical-standards> (accessed 01/03/2016)
2. LEED (LEED for New Construction Rating System in 2009, NC 2009). Available at: http://americanolean.com/pdfs/leed/LEED_V2_2_versus_V3_side_by_side_071009_3.pdf (accessed 03 January 2016)
3. Sochi 2014 2-nd Green Building Implementation Report (june_2011). Available at: <http://www.slideshare.net/YuriBubnov/2-nd-greenbuildingimplementationreportjune2011> (accessed 03 January 2016)
4. GOST R 54964–2012 Otsenka sootvetstviya. *Ekologicheskie trebovaniya k ob"ektam nedvizhimosti* [GOST R 54964–2012 Conformity Assessment. Environmental requirements of the property]. Available at: <http://www.greenstand.ru/ndocs/20/54964–2012.pdf> (accessed 03 January 2016)
5. *Sistema dobrovol'noy ekologicheskoy sertifikatsii ob"ektov nedvizhimosti "Zelenye standarty". Kriterii i normativno-pravovaya dokumentatsiya* [The system of voluntary environmental certification of real estate "Green standards-you." Criteria and legal documentation]. Available at: <http://www.green-home.name/files/file/Критерии%20зеленых%20станд.pdf> (accessed 03 January 2016)
6. Golubeva S.G. Report on the implementation of the project "Mainstreaming environmental considerations in the preparation and conduct of the pro-Olympic Sochi 2014: Strategy and action plan for the formation of" Green Heritage "(Presentation). 2012. UNDP / GEF. Available at: <http://greening-sochi2014.isedc-u.com/> (accessed 03 January 2016)
7. Polyakov A. The terms "green" sports heritage. SportBuild, July 2015, pp. 66–71.. Available at: http://www.rugbc.org/assets/files/4296/original/Green_Legacy_1.pdf?1437145569 (accessed 03 January 2016)
8. Trofimenko Y.V. Topical issues of environmental safety of motor complex in the Moscow region. *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya po ekologicheskim problemam Moskovskogo regiona. Kruglyy stol №3*. [Scientific-practical conference on environmental issues of the Moscow-sky region. Round table №3,]. Available at: http://mospriroda.rf/images/content/2013/stol-1/Replika_Trofimenko.pdf (accessed 04 January 2016)
9. Trofimenko Y.V., Kislova O.Y. *Osnovnye faktory snizheniya vybrosov avtotransportnykh potokov v Moskve: vchera i na perspektivu. Nauchno-prakticheskaya konferentsiya po ekologicheskim problemam Moskovskogo regiona. Kruglyy stol №3* [The main factors reducing the emissions of road traffic flows in Moscow yesterday and in the future. Scientific-practical conference on environmental problems in the Moscow region. Round table №3], 2014. Available at: http://mospriroda.rf/images/ppt/2014/ct_3/3_4_Trofimenko_i_Kislova.pptx (accessed 04 January 2016)
10. Grider T.E., Allenby B.R. *Promyshlennaya ekologiya* [Industrial Ecology]. Moscow, UNITY-DANA Publ., 2004. 527 p (in Russian).
11. Lukanin V.N. *Promyshlenno-transportnaya ekologiya* [Industrial and transport environment]. Moscow, Higher School Publ., 2003. 273 p (in Russian).
12. Trofimenko Y.V., Eugenev G.I. *Ekologiya: Transportnoe sooruzhenie i okruzhayushchaya sreda* [Environment: transport facilities and environment]. Moscow, Publishing center "Academy", 2008. 400p. ISBN 978–5–7695–5582–4 (in Russian).
13. Trofimenko Y.V. Ways to improve the environmental and road safety road transport complex of Russia. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences] 2010, V. 12, I. 1–9, pp. 2345–2349 (in Russian).
14. Trofimenko Y.V., Komkov V.I., Trofimenko K.Y. Justification restricted areas of low environmental classes of vehicles in a large city (on an example of Moscow). *Avtotransportnoe predpriyatie* [Autotrans company tailors,], 2013, I. 8, pp. 34–38 (in Russian).
15. Trofimenko Y.V., Vorozhnin V.S., Davydov V.B., Zubova S.S. Evaluating the effectiveness of air purification on the road network of a large city green spaces and photocatalytic purifiers. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in technosphere], 2014, V. 3, I. 6. pp. 53–60 (in Russian).
16. IGEF TEEMP Model default value. Available at: <http://proecotrans.ru/upload/iblock/7d5/7d5f4b97339ec781c9b2fad88ef858be.pdf> (accessed 04 January 2016)
17. EMEP / EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. EEA Technical report N12 / 2013. Available at:
20. Комплексная схема развития пассажирского транспорта общего пользования города Калининграда на перспективу до 2020 года с учётом реализации задач транспортного обеспечения проведения игр Чемпионата мира по футболу 2018 года [Текст]: проект / ЗАО НИПИ ТРТИ.

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013> (accessed 04 January 2016)

18. Available at: <http://emisia.com/products/copert-4>.

19. *Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie realizatsii sistemy skorostnogo gorodskogo passazhirskogo soobshcheniya v gorode Kaliningrade* [Feasibility study for the implementation of high-speed urban passenger transport in the city of Kaliningrad]: the project — Phase 2. Company “Laboratory gradoplanirovaniya”.

20. *Kompleksnaya skhema razvitiya passazhirskogo transporta obshchego pol'zovaniya goroda Kalinin-grada na perspektivu do 2020 goda s uchetom realizatsii zadach transportnogo obespecheniya provedeniya igr Chempionata mira po futbolu 2018 goda* [A comprehensive plan for the development of public transport city Kalinin-grad at up to 2020 taking into account the implementation of the tasks of transport provision of games of the World Cup 2018]: Project. Company NIPI TRTI.

Evaluation of the Carbon Footprint of Transport Support for the FIFA World Cup 2018

Yu.V. Trofimenko, Doctor of Engineering, Professor, Head of Chair, The Moscow State Automobile & Road Technical University – MADI, Moscow

V.I. Komkov, Ph.D. of Engineering, Associate Professor, The Moscow State Automobile & Road Technical University – MADI, Moscow

K.Yu. Trofimenko, Ph.D. of Engineering, Director of Centre for Research of Urban Transport Problems, National Research University Higher School of Economics (NRU HSE), Moscow

Results of evaluation the carbon footprint (caused by “Management plan for transportation during the FIFA World Cup 2018” implementation in Kaliningrad) on the basis of transport’s greenhouse gas emissions calculations are considered in this paper. Actions for carbon footprint decrease which can be used also in other cities of Russia where the FIFA World Cup 2018 should be held have been offered

Keywords: mass events, urban transport, green heritage, carbon footprint, greenhouse gas emissions forecast

В Китае планируют значительно увеличить производство энергосберегающего оборудования

Для поддержки усилий по уменьшению выбросов углерода страна планирует добавлять до 20 ГВт мощности к объемам производства электроэнергии в отрасли солнечной энергетики каждый год в течение следующих пяти лет. Это приведет к трехкратному увеличению «солнечных» мощностей. Правительство Китая объявило о начале агрессивного плана по закрытию около 1000 угольных шахт в качестве ключевого шага на пути к национальной цели по снижению потребления угля на 60% к 2020 году.

Так как угольная энергетика уменьшается, по мнению издательства Bloomberg, национальный рынок готовится компенсировать ее солнечной. Благодаря новым солнечным установкам, Китай стремится достичь целе-

вой мощности 143 ГВт в течение следующих пяти лет, что более чем в три раза превышает текущие показатели.

В конце 2015 г. в стране были установлены энергетические объекты суммарной мощностью 43,2 ГВт, которые помогли ей отнять у Германии титул страны с самым большим количеством установленной солнечной мощности.

Китай также является крупнейшим в мире производителем и экспортером солнечных панелей, поэтому внутренний спрос поддерживает этот сдвиг в сторону возобновляемых источников энергии, а также будет способствовать укреплению экономики страны.

Источник: сайт www.rusenergy.com

В Гонконге из-за электромобилей на 20% увеличились выбросы CO₂

Большее половины электроэнергии в Гонконге производится за счет угля. Поэтому для сохранения окружающей среды сначала нужно серьезнейшим образом изменить структуру электрогенерации, сделав акцент на газовом топливе, а лишь затем стимулировать продажи электромобилей с помощью налоговых льгот. А гонконгские власти сделали все наоборот — льготы действуют в городе уже давно, а переход с угля на «голубое топливо» еще и не начинался. Электромобили имеют смысл только

в тех странах, где углеродная эмиссия при производстве электроэнергии изначально невелика.

Проблема совокупной парниковой эмиссии, сопровождающей все этапы выработки энергии для электромобилей, остается. Она даже получила уже собственное название — «длинная выхлопная труба». И единственный способ кардинально решить эту проблему — развивать «зеленую» энергетику.

Источник: www.teknoblog.ru