

УДК 629.3

DOI: 10.46960/2782-5477_2023_2_4

А.А. Колин, П.С. Рогов
ОБЗОР ЕЗДОВЫХ ЦИКЛОВ АВТОТРАНСПОРТА
ВЫСОКОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Представлен обзор наиболее популярных ездовых циклов, которые используются для испытания автомобилей категорий М2, М3 и N2, N3 с целью замера среднего расхода топлива и выбросов вредных веществ. Приведены результаты сравнительного анализа российских, европейских, китайских, американских и мировых испытательных циклов.

Ключевые слова: цикл вождения, расход топлива, выбросы, автобусы, грузовики.

Введение

В настоящее время во всем мире особо актуальны работы, направленные на повышение топливной экономичности и снижение уровня выбросов вредных веществ автомобильного транспорта. Для оценки показателей выбросов вредных веществ и получения значений расхода топлива используются стандартизованные испытательные циклы. В странах Европейского Союза наибольшей популярностью пользуются следующие испытательные циклы: новый европейский цикл движения (*NEDC, New European Driving Cycle*) [1], всемирная согласованная процедура испытания транспортных средств малой грузоподъемности (*WLTP, World harmonized Light-duty vehicles Test Procedure*) [2], испытания в реальных условиях движения (*RDE, Real Driving Emissions*) [3]. Однако первые два теста разработаны для автомобилей полной массой не более 3500 кг, а последний предполагает испытание на действующем автомобиле. Следовательно, по циклам NEDC и WLTP невозможно провести испытание для транспортного средства с полной массой более 3,5 т, в то время как именно транспортные средства большей грузоподъемностью лидируют по выбросам CO₂ [4]. В испытаниях RDE возникает сложность прогнозирования расхода топлива и выбросов вредных веществ в момент производства транспортного средства. Тем не менее, методы замеров выбросов на дороге RDE показывают свою эффективность в определении реальной картины выбросов. Так, в работе [5] при сравнении полученных результатов выбросов CO₂ и NO_x, при выполнении всемирно согласованного цикла (*WLTC, Worldwide harmonized Light-duty vehicles Test Cycles*) и испытаний RDE авторы отмечают значительную разницу в полученных результатах. Значения выбросов вредных веществ, полученные с помощью методики RDE, были значительно выше тех, что показал тест WLTC. Это подчеркивает несомненную важность методики RDE.

На территории Российской Федерации показатель топливной экономичности для автомобилей с максимальной массой свыше 3,5 т для категорий М2, М3 и N2, N3 определяется в соответствии с ГОСТ Р 54810–2011. Согласно ГОСТ, испытательный цикл выбирается в зависимости от категории транспортного средства и предусматривает городскую и магистральную части, но при этом не учитывает интенсивность разгона. На основании результатов проведенных испытаний делаются выводы о соответствии автомобиля действующим стандартам. Кроме того, использование ездовых циклов позволяет прогнозировать результаты расхода топлива и выбросов вредных веществ, а также помогает в поиске путей оптимизации параметров автомобиля для улучшения требуемых показателей. Прогнозирование выбросов вредных веществ является ключевой задачей с учетом постепенного ужесточения

норм выбросов для автомобильного транспорта. На основании проведенных ранее исследований [6-19] к основным направлениям по снижению расхода топлива и, как следствие, по снижению выбросов CO₂, можно отнести оптимизацию параметров трансмиссии, снижение коэффициента качения и аэродинамического сопротивления движению и т.д.

Цель настоящего исследования – обзор существующих циклов движения для грузовых автомобилей и автобусов и определение ездового цикла, который наиболее качественно отражает реальные условия движения и может быть использован для оптимизации параметров транспортных средств на этапе проектирования.

Циклы движения для транспортных средств категории N2-N3

В Европейском Союзе, согласно законодательству о проверке соответствия выбросов вредных веществ нормативным значениям, для тяжелых транспортных средств всегда проводились испытания двигателя. Таким образом, испытания связки ДВС и трансмиссии в ездовом цикле никогда не были законодательно закреплены. Прототипом Европейского переходного цикла (*ETC, European Transient Cycle*) [20] был цикл испытаний, предложенный институтом в Ахене, Германия (*FIGE, Forschungs Institut Gerausche und Erschutterungen*). При разработке использовались данные замеров с 30 автомобилей (грузовики и автобусы) в течение 3-4 дней. Для этого фиксировались скорость движения, частота вращения коленчатого вала и крутящий момент на коленчатом валу ДВС.

Институт FIGE предложил цикл с учетом движения автомобиля по трем типам дорог: городские, загородные и участки автомагистралей с нулевым уклоном и полной нагрузкой (80-100 % от грузоподъемности транспортного средства) (рис. 1).

Цикл делится на три равные части продолжительностью 600 с:

- городские условия движения: максимальная скорость – 49,9 км/ч, холостой ход – 8,33 %; дистанция – 3,87 км;
- движение загородом: максимальная скорость – 87,5 км/ч, дистанция – 11,55 км;
- движение по автомагистрали: максимальная скорость – 91,1 км/ч; средняя скорость – 86 км/ч; дистанция – 14 км.

В свою очередь, цикл испытаний двигателя был преобразован из цикла движения транспортного средства путем нормализации оборотов двигателя и крутящего момента двигателя, записанных в репрезентативных циклах движения.

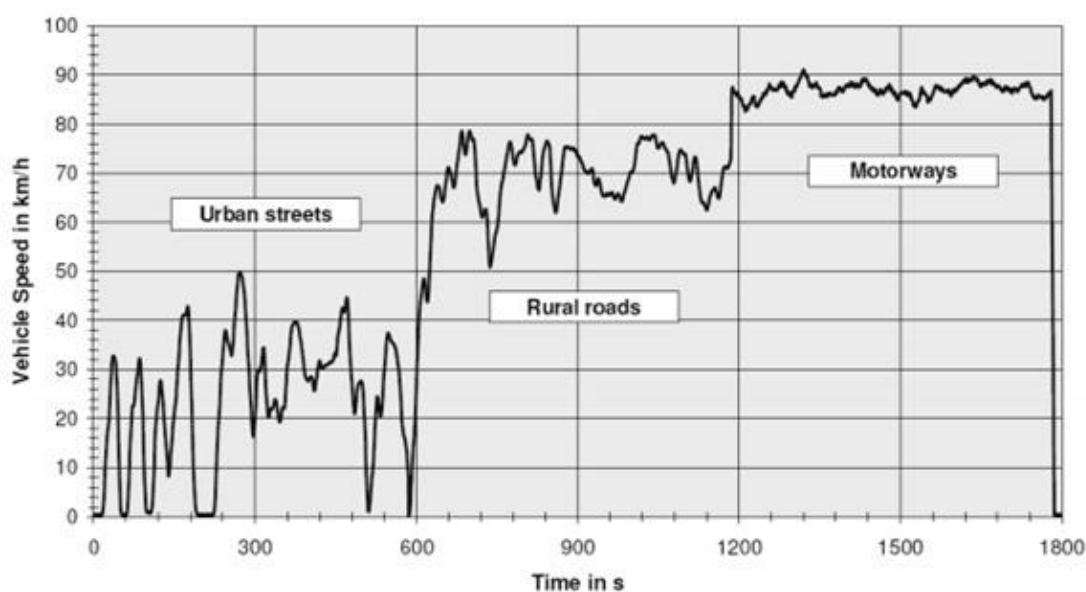


Рис. 1. Зависимость скорости от времени для FIGE (км/ч – с) [20]

Цикл городского движения для большегрузных транспортных средств на динамометре (*HD-UDDS, Urban Dynamometer Driving Schedule for Heavy-Duty Vehicles*), представлен на рис. 2. Этот цикл был разработан в 1977 г. на основе данных исследования, которые включали информацию о движении 44 грузовиков и 3 автобусов в Лос-Анджелесе и 44 грузовиков и 4 автобусов в Нью-Йорке. Цикл был сгенерирован компьютером и состоял из 4 частей, отражающих соответствующие условия движения: движение в Нью-Йорке без автострады (254 с), в Лос-Анджелесе без автострады (285 с), в Лос-Анджелесе по шоссе (267 с), в Нью-Йорке по шоссе (254 с). Таким образом, продолжительность цикла – 1060 с; дистанция – примерно 9 км. В результате получено почти равное распределение движения по шоссе и в городском режиме.

Этот цикл считается неоптимальным в США, поскольку распределение 50/50 движения в городе и за городом не соответствует соотношению грузовиков, работающих по перевозке грузов в городе и тягачей, которые преимущественно перемещаются по автостраде (автомобилей дальнего следования). Таким образом, единый цикл не обеспечивает необходимой гибкости для учета конкретных условий движения. Наконец, у тягачей скорость разгона ниже, чем у более легких грузовых автомобилей. График UDDS послужил основой для разработки переходного цикла работы двигателя на динамометре (*FTP, Federal Test Procedure*).

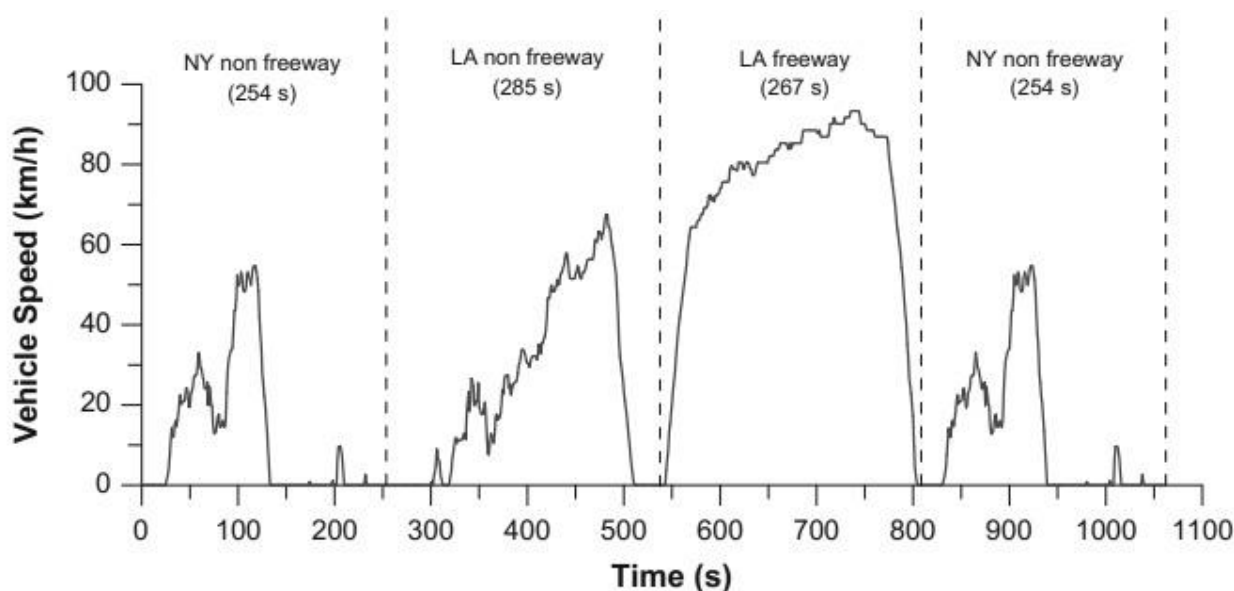


Рис. 2. Зависимость скорости от времени для HD-UDDS (миль/ч – с) [21]

Цикл для тяжелого дизельного грузовика большой грузоподъемности (*HHDDT, Heavy Heavy-Duty Diesel Truck*) состоит из 4 скоростных режимов, включая холостой ход, медленное движение, переходный режим и крейсерский режим (высокая скорость) (рис. 3-5). Разработкой цикла HHDDT занимались Калифорнийский совет по воздушным ресурсам в сотрудничестве с Университетом Западной Вирджинии. Данные были собраны в 1997-2000 гг. на основе исследований реального движения, где были случайно выбраны 170 тяжелых грузовиков и автопоездов. Окончательный набор данных включал 84 грузовых автомобиля, преодолевших более 60 000 миль (96560,64 км) и 1600 час пробега.

Цикл обеспечивает гибкость в представлении условий эксплуатации различных грузовых автомобилей. Однако особенностью цикла является то, что он был разработан на базе грузовиков только в Калифорнии и для представления движения автопоездов полной массой более 33 000 фунтов (14 970 кг).

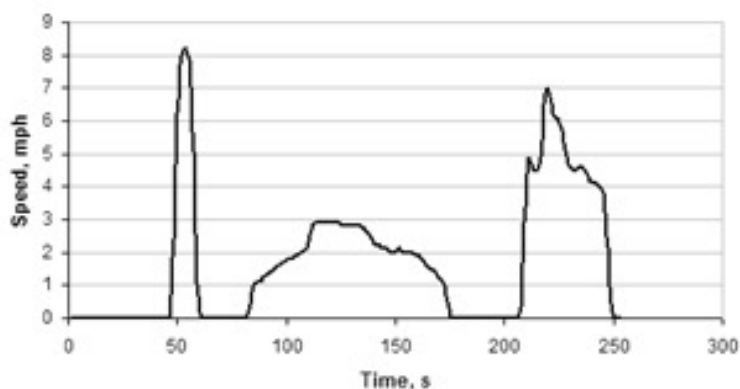


Рис. 3. Зависимость скорости от времени для режима медленного движения ННДДТ (миль/ч – с) [22]

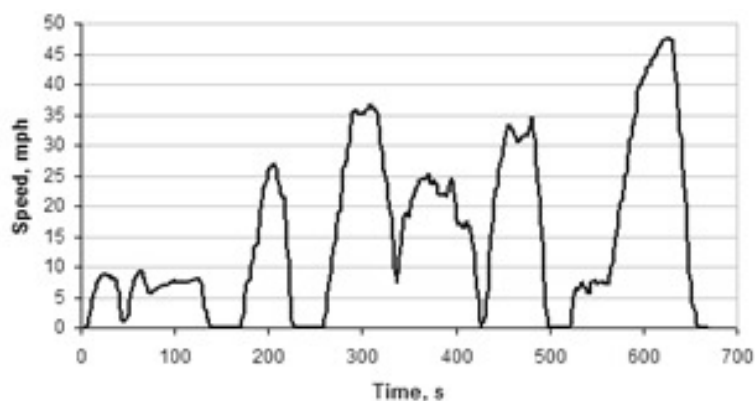


Рис. 4. Зависимость скорости от времени для переходного режима ННДДТ (миль/ч – с) [22]

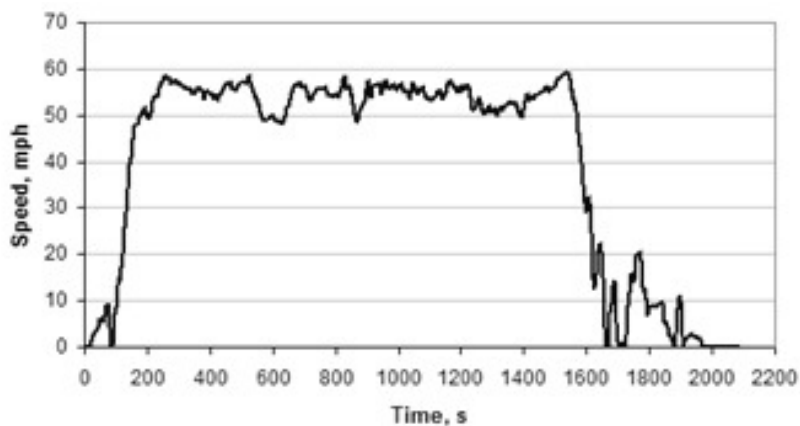


Рис. 5. Зависимость скорости от времени для режима высокой скорости ННДДТ (миль/ч – с) [22]

Всемирный согласованный цикл транспортных средств (*WHVC, World Harmonized Vehicle Cycle*) был разработан на основе данных о движении 20 грузовиков, 18 автопоездов и 11 автобусов из Австралии, Европы, Японии и США. Тест состоит из трех сегментов: движения в городе, за городом и по автомагистрали (рис. 6). На основе модификации цикла *WHVC* был разработан Китайский мировой переходный цикл транспортных средств *C-WTVC (China World Transient Vehicle Cycle)*. Он использовался для целей сертификации в Китае. Некоторые из исходных значений ускорений и замедлений *WHVC* были уменьшены в *C-WTVC*,

чтобы отразить китайские автомобили большой грузоподъемности, у которых, как правило, более низкое соотношение мощности двигателя и веса транспортного средства, чем у грузовиков в Европе, Северной Америке и Японии, данные которых использовались для разработки WHVC.

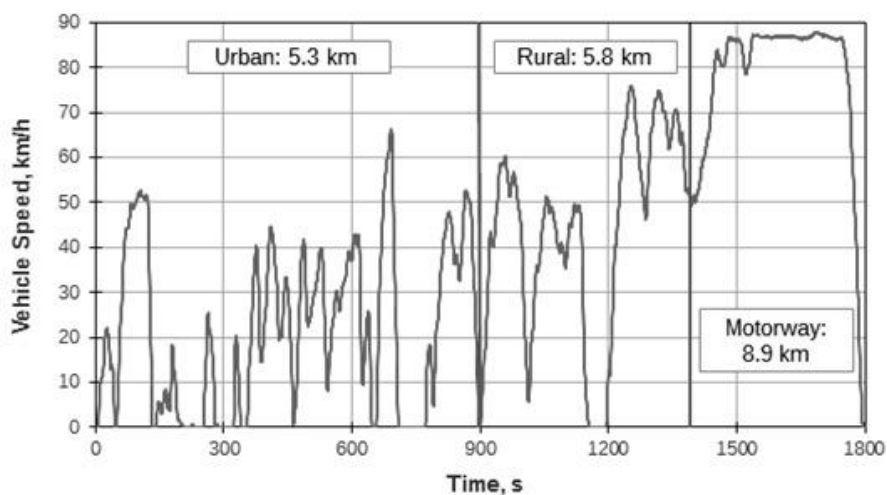


Рис. 6. Зависимость скорости от времени для WHVC (км/ч – с) [23]

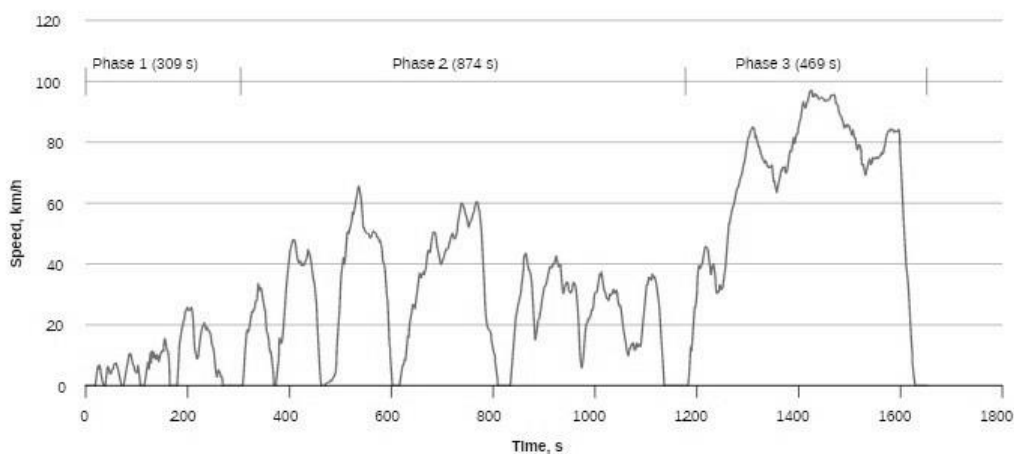


Рис. 7. Зависимость скорости от времени для СНТС-ЛТ (км/ч – с) [24]

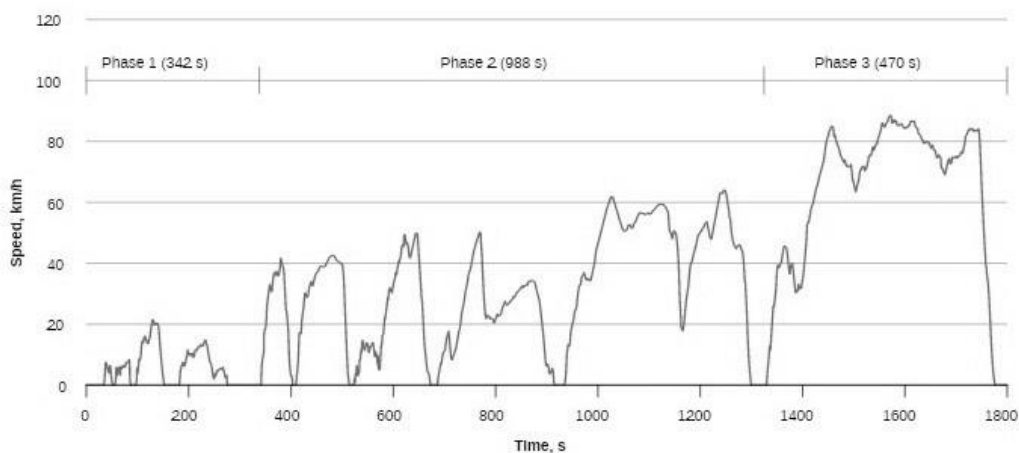


Рис. 8. Зависимость скорости от времени для СНТС-НТ (км/ч – с) [24]

В 2018 г. Министерство промышленности и информационных технологий Китая представило серию Китайских автомобильных испытаний (*CATC, China Automotive Test Cycle*), разработанную в соответствии с данными о более чем 5000 автомобилей, собранными за три года движения на дорогах из в 41 городе Китая. Серия CATC подразделяется на циклы испытаний легких (*CLTC, China Light-Duty Vehicle Test Cycle*) и тяжелых коммерческих транспортных средств (*CHTC, China Heavy-Duty Commercial Vehicle Test Cycle*) [24]. В 2019 г. был выпущен национальный стандарт *GB/T38146.2, часть 2*, который определяет автомобильный цикл СНТС, предназначенный для испытаний коммерческих транспортных средств большой грузоподъемности.

Таким образом, испытание СНТС заменило C-WTVC (модифицированную версию WHVC) для целей сертификации транспортных средств. СНТС включает в себя шесть циклов для различных типов тяжелых коммерческих автомобилей с полной массой > 3500 кг:

- СНТС-LT – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для легких грузовиков (полная масса ≤ 5500 кг) (рис. 7);
- СНТС-НТ – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для тяжелых грузовиков (полная масса > 5500 кг) (рис. 8);
- СНТС-D – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для самосвалов;
- СНТС-ТТ – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для автопоездов.

Остальные типы приведены в разделе «Циклы движения для транспортных средств категории М2-М3».

Циклы движения для транспортных средств категории М2-М3

Несомненно, ряд приведенных циклов движения для грузового транспортного средства может быть использован и для испытания автобусов. Также в США разработан целый ряд испытательных циклов движения характерных для автобусов, однако, нет одного общепринятого. Каждый из циклов лучше отражает конкретные условия движения, которые свойственны для того или иного региона. Нью-Йоркский автобусный цикл (NYBus, New York Bus) представлен на рис. 9. Этот тест, разработанный Агентством по охране окружающей среды США, старается представить один из самых тяжелых наборов условий вождения автобуса (имитирует быстрое движение с остановками и длительным временем пересадки пассажиров), который существовал в Соединенных Штатах в 1980-х гг. [25].

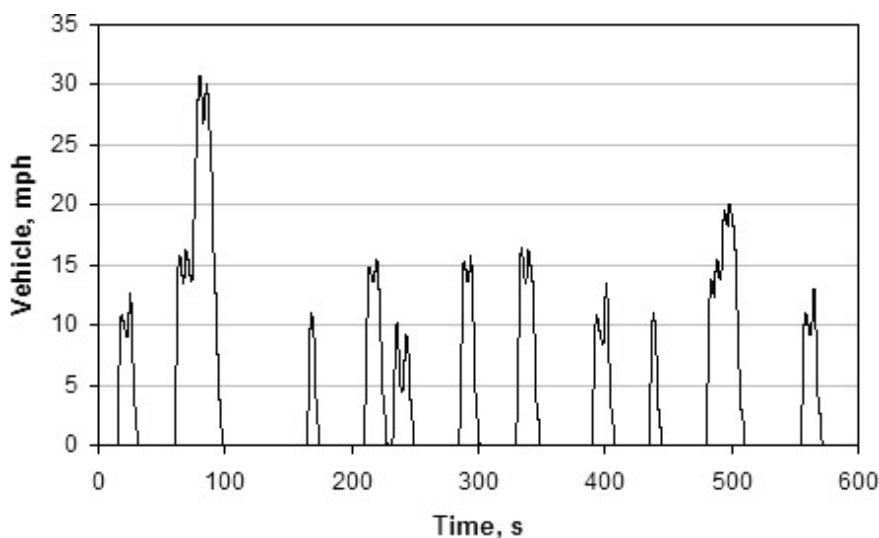


Рис. 9. Зависимость скорости от времени для NYBus (миль/ч – с) [25]

Манхэттенский автобусный цикл (*Manhattan Bus Cycle*) характеризуется частыми остановками и очень низкой скоростью (рис. 10) [26]. Автобусный цикл округа Ориндж (*OC BUS, Orange County Bus Cycle*) разработан Университетом Западной Вирджинии (*WVU, West Virginia University*) на основе моделей движения городских автобусов в районе Лос-Анджелеса (рис. 11) [27]. Также необходимо отметить европейский Брауншвейгский цикл (*Braunschweig Cycle*) – переходный график движения, имитирующий езду на городском автобусе с частыми остановками (рис. 12) [28]. Он потерял свою актуальность после введения переходного цикла ЕТС.

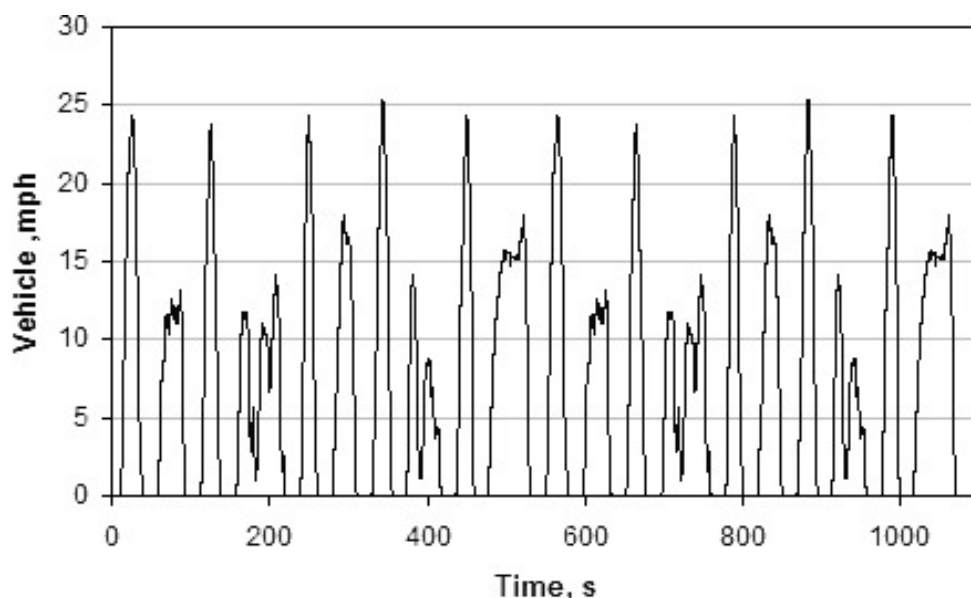


Рис. 10. Зависимость скорости от времени для Manhattan Bus Cycle (миль/ч – с) [26]

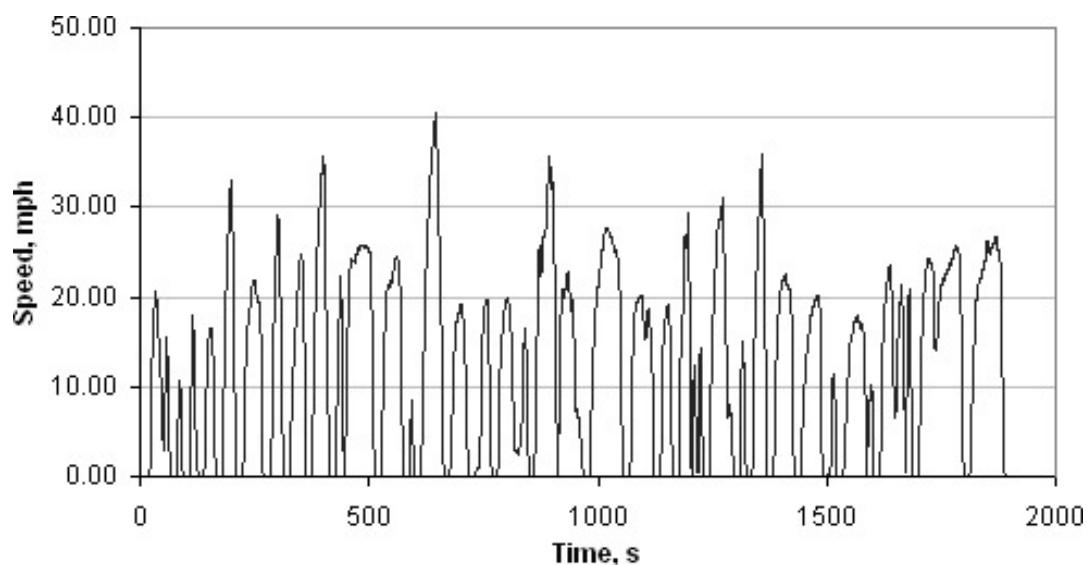


Рис. 11. Зависимость скорости от времени для OC BUS (миль/ч – с) [27]

Упомянутый ранее стандарт *GB/T38146.2, часть 2*, который определяет автомобильный цикл СНТС, содержит в себе два цикла испытаний, применяемых для автобусов:

- СНТС-В – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для городских автобусов (рис. 13);
- СНТС-С – Китайский цикл испытаний тяжелых коммерческих автомобилей для междугородних автобусов (рис. 14).

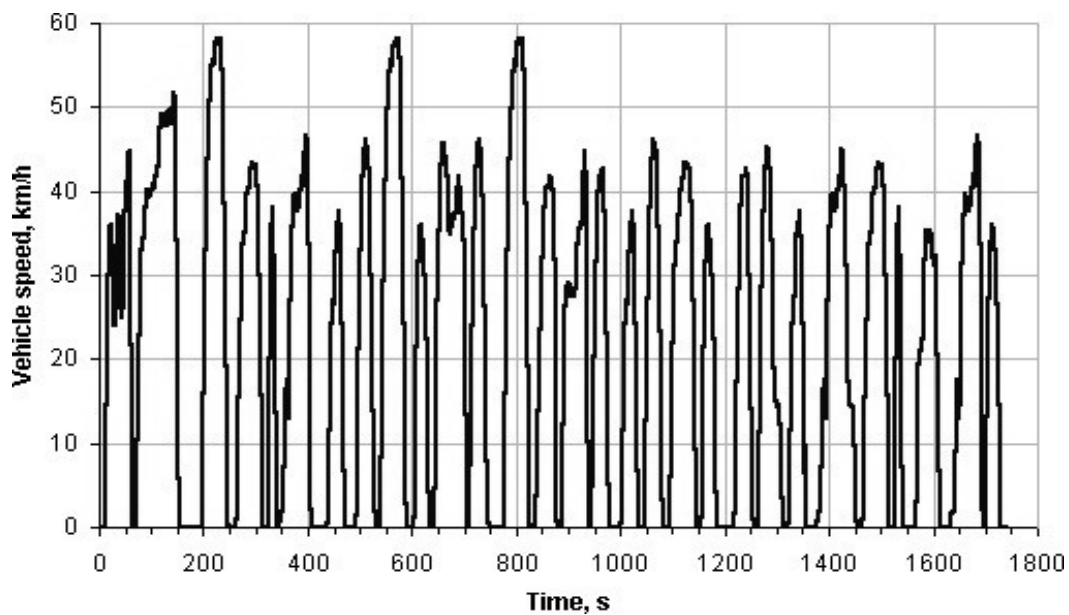


Рис. 12. Зависимость скорости от времени для Braunschweig Cycle (км/ч – с) [28]

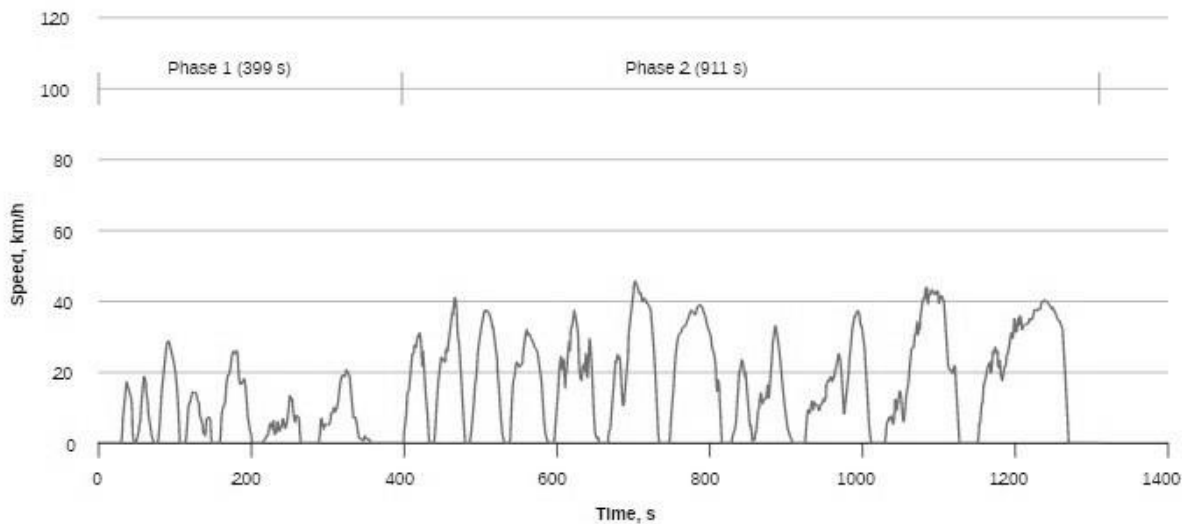


Рис. 13. Зависимость скорости от времени для СНТС-В (км/ч – с) [24]

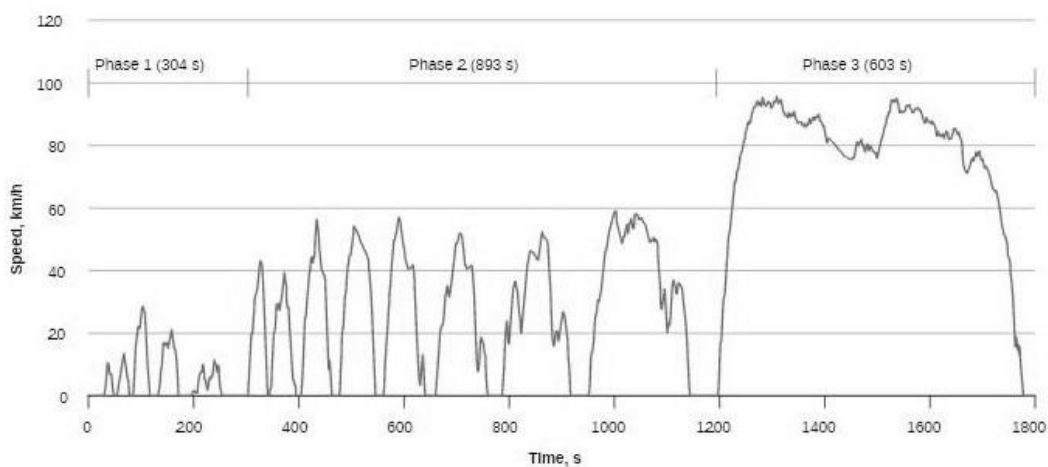


Рис. 14. Зависимость скорости от времени для СНТС-С (км/ч – с) [24]

Стандартизированные циклы дорожных испытаний (*SORT, Standardised On-Road Tests Cycles*) широко признаны и приняты в качестве отраслевого стандарта многими производителями автобусов, тестирующими в соответствии с ним свои автомобили. Разработка SORT началась еще в конце 2000 г., а первая официальная публикация была выпущена Международной ассоциацией общественного транспорта (*UITP, The International Association of Public Transport*) в 2004 г. [29]. С тех пор многие подтвердили важность цикла SORT для измерения расхода топлива. Идея SORT состоит в том, чтобы создать один общий итоговый цикл вместо собственных циклов для производителя.

SORT состоит из трех разных циклов:

- 1) SORT 1 – городской цикл, общее время остановок – 60 с, количество остановок – 3 (рис. 15);
- 2) SORT 2 – смешанный цикл, общее время остановок – 60 с, количество остановок – 3 (рис. 16);
- 3) SORT 3 – пригородный цикл, общее время остановок – 40 с, количество остановок – 3 (рис. 17).

Расход топлива C (л/100 км) вычисляется по формуле:

$$C = aC(SORT_1) + bC(SORT_2) + cC(SORT_3), \quad (1)$$

где a , b , c – задаваемые коэффициенты; $C(SORT_1)$ – расход топлива в городском цикле (л/100 км); $C(SORT_2)$ – расход топлива в смешанном цикле (л/100 км); $C(SORT_3)$ – расход топлива в пригородном цикле (л/100 км).

Определение коэффициентов a , b , c является обязанностью организатора или органа власти. Отсутствует требование, чтобы сумма элементов (a , b , c) была равна единице. Каждый пользователь (организаторы, органы власти) может адаптировать коэффициенты к своей ситуации и опыту. Значения SORT, предоставленные производителями, не могут быть истолкованы как твердая гарантия фактического потребления в процессе эксплуатации. Это остается «теоретическим» значением [30].

Особые условия вождения подразумевают разработку специализированных циклов движения автобусов, так например, для условий вождения в Дебрецене (Венгрия) был разработан собственный цикл движения [3131]. Значительный вклад в определение расхода топлива и выбросы вредных веществ вносит и стиль вождения [32, 33]. Метод построения циклов движения для большегрузных грузовиков с учетом влияния стиля вождения представлен в [34] с ошибкой измерения расхода топлива в пределах 4 %.

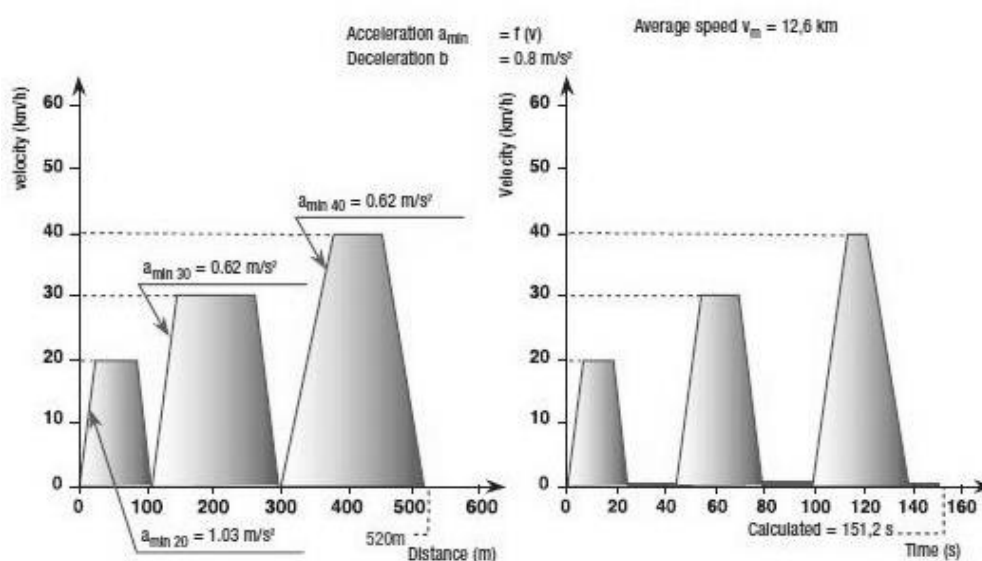


Рис. 15. Зависимость скорости от дистанции и времени SORT1 (городской) [30]

Авторами [35] были обсуждены и сравнены характеристики расхода топлива и выбросов автобуса при выполнении циклов С-WTVC и СНТС-С. Так, в цикле СНТС-С наблюдаются наибольшие значения расхода топлива и выбросов вредных веществ, что было обусловлено низкой скоростью вращения и низкими рабочими моментами крутящего момента ДВС, а также агрессивным частым ускорением.

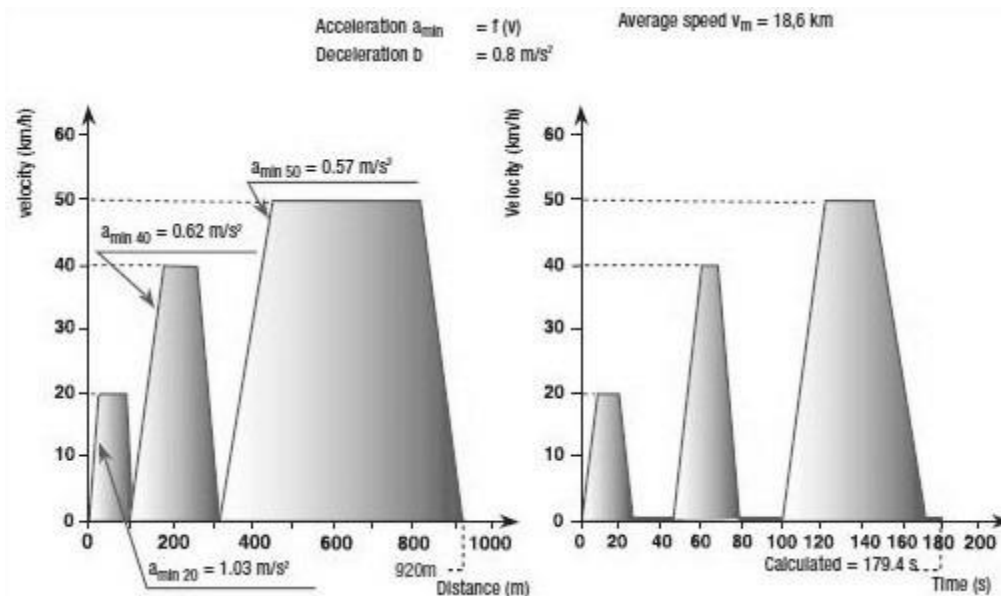


Рис. 16. Зависимость скорости от дистанции и времени SORT2 (смешанный) [30]

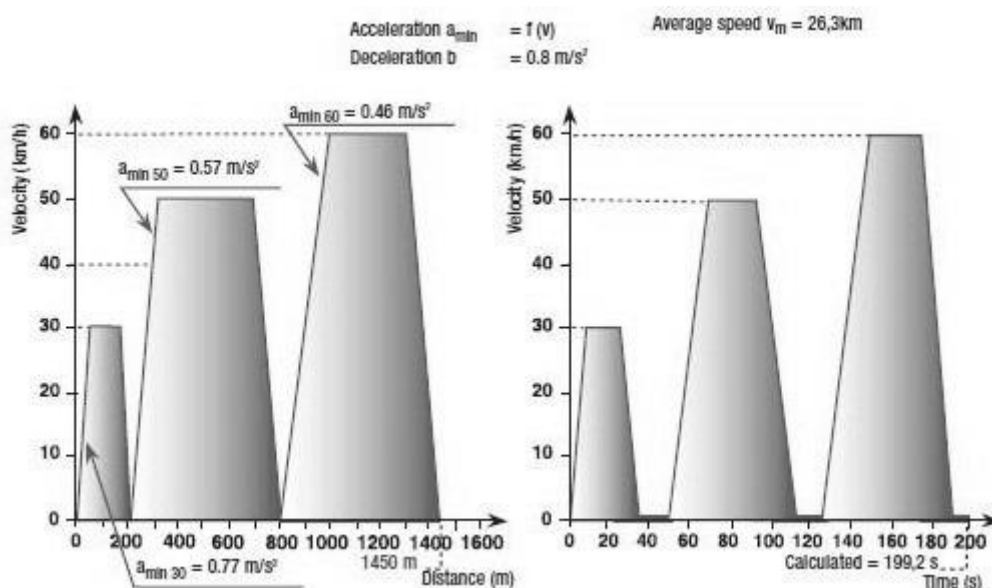


Рис. 17. Зависимость скорости от дистанции и времени SORT3 (пригородный) [30]

Заключение

Проведенный обзор показывает, что единого общепринятого ездового цикла не существует. В некоторых государствах регулирующие органы утверждают испытательные циклы в соответствии с характерными для этих стран условиями движения. В других странах приняты испытания двигателей, а исследования комплектных грузовых автомобилей или автобу-

сов на стендах или в реальных условиях дорожного движения не проводятся. В США достаточно широко распространена практика разработки испытательного цикла для конкретного штата или города с приближением параметров тестирования к условиям движения автомобильного транспорта.

В последние годы отмечается значительная разница в выбросах, получаемых по результатам лабораторных испытаний и в реальных дорожных условиях. Это привело к тому, что исследователи отдают приоритет испытаниям на выбросы загрязняющих веществ на дороге (RDE) с применением портативных систем измерения выбросов (PEMS) [36, 37], которые существенно упрощают измерение количества выбросов вредных веществ. Несомненно, такой подход не позволяет произвести оценку конструктивных параметров во время проектирования данного класса автотранспорта. Рассмотренные циклы для транспортных средств повышенной грузоподъемности, как правило, разработаны с целью изучения выбросов вредных веществ и расхода топлива при движении автопоездов. К тому же исследованные циклы не носят регламентирующий характер (исключениями являются испытания двигателей, которые не позволяют оценить преимущества оптимизации передаточных чисел трансмиссии и прочих конструктивных параметров).

По результатам обзора можно сделать вывод, что разработка и последующее утверждение общего гармонизированного ездового цикла для автомобилей категорий М2-М3 и N2-N3 является актуальной задачей. Очевидно, что поведение водителя, наряду с маршрутом движения, значительно влияет на выбросы транспортного средства, что не отражено в типовых испытаниях. Было установлено, что такие характеристики маршрута, как светофоры, повороты, уклоны оказывают значительное влияние на выбросы транспортных средств. Таким образом, важно учитывать все эти факторы в случае разработке цикла для оценки эффективности и экологичности любого транспортного средства.

Библиографический список

1. **Regulation No. 83. Revision 5.** Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements [Electronic resource] 2014. P. 267. URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R083r5e.pdf> (дата обращения 22.02.2023).
2. **Global technical regulation No. 15.** Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure [Electronic resource] // <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29r-1998agr-rules/ECE-TRANS-180a15e.pdf> (дата обращения 22.02.2023).
3. **Zardini, A.** Real Driving Emissions Regulation: European Methodology to fine tune the EU Real Driving Emissions data evaluation method / A. Zardini, P. Bonnel // EUR 30123 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, doi:10.2760/176284, JRC119889.
4. **Global CO2 emissions from transport by subsector, 2000-2030** [Electronic resource] URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-from-transport-by-subsector-2000-2030> (дата обращения 25.05.2022).
5. **Dimaratos, A.** Assessment of CO2 and NOx Emissions of One Diesel and One Bi-Fuel Gasoline/CNG Euro 6 Vehicles During Real-World Driving and Laboratory Testing / A. Dimaratos, Z. Toumasatos, S. Doulgeris, G. Triantafyllopoulos, A. Kontses, Z. Samaras // Front. Mech. Eng, 2019 5:62. doi: 10.3389/fmech.2019.00062.
6. **Блохин, А.Н.** Разработка методики поиска рациональных передаточных чисел трансмиссии с учетом эксплуатационных свойств и назначения автомобиля: дисс. ... канд. тех. наук. – Нижний Новгород, 2006. – 251 с.
7. **Валеев, Д.Х.** Пути снижения расхода топлива грузовых автомобилей / Д.Х. Валеев, В.С. Карабцев // Механика машин, механизмов и материалов. 2014. № 4(29). С. 33-39.
8. **Филькин, Н.М.** Методика оптимизации передаточных чисел трансмиссии транспортной машины по критериям топливной экономичности и тягово-скоростных свойств // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2014. № 3. С. 144-152.

9. **Савенков, Н.В.** Повышение топливной экономичности грузовых автомобилей за счет оптимизации параметров механической ступенчатой трансмиссии / Н.В. Савенков, А.Н. Беспалый // *Промышленность и сельское хозяйство*. 2020. № 4(21). С. 6-13.
10. **Савенков, Н.В.** Метод выбора передаточных чисел трансмиссии грузового автомобиля на основе ездового цикла / Н.В. Савенков, А.Н. Беспалый // *Современное промышленное и гражданское строительство*. 2018. Т. 14. № 1. С. 13-21.
11. **Савенков, Н.В.** Повышение топливной экономичности автомобиля категории N1 оптимизацией параметров силовой установки// *Транспорт Урала*. 2016. № 1(48). С. 108-113. – doi: 10.20291/1815-9400-2016-1-108-113.
12. **Савенков, Н.В.** Метод выбора передаточных чисел трансмиссии автомобиля категории n₁ на основе ездового цикла // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2016. № 2(114). С. 64-71.
13. **Огороднов, С.М.** Оценка возможности использования аналитических методов при исследовании топливной экономичности автомобилей / С. М. Огороднов, А. Н. Тихомиров, С. И. Малеев // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. 2015. № 2(659). С. 53-62.
14. **Огороднов, С.М.** Разработка расчетно-экспериментальной методики оценки расхода топлива при движении автомобиля по заданному маршруту / С. М. Огороднов, Д. В. Зезюлин, В. С. Макаров, С. И. Малеев // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 4. С. 224.
15. **Горожанкин, С.А.** Влияние передаточного числа главной передачи на топливную экономичность автомобиля в ездовом цикле [Текст] / С. А. Горожанкин, Н. В. Савенков, В. В. Понякин // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*. 2018. Т. 15. № 1(59). – С. 19-29.
16. **Гусаков, С.В.** Расчетно-экспериментальная методика корректировки ездового цикла для фазы движения транспортного средства в городских условиях / С.В. Гусаков, В.А. Марков, Д.В. Михрячев // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. 2012. № 5. С. 23-30.
17. **Гусаков, С.В.** Сравнение испытательных ездовых циклов при оценке эксплуатационного расхода топлива двигателями легковых автомобилей / С.В. Гусаков, П.П. Ощепков // *Журнал автомобильных инженеров*. 2016. № 1(96). С. 42-47.
18. **Московкин, В.В.** Основные резервы повышения топливной экономичности грузовых автомобилей / В.В. Московкин, А.С. Шкель, М.Н. Гуров // *Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Машиностроение*. 2009. № 27. С. 29-36.
19. **Oglieve, C.** Optimisation of the vehicle transmission and the gear-shifting strategy for the minimum fuel consumption and the minimum nitrogen oxide emissions / C. Oglieve, M. Mohammadpour, H. Rahnejat // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 231. – 2017. – P. 883 – 899. – doi: 10.20291/1815-9400-2016-1-108-113.
20. **Цикл движения ETC** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/etc.php> (дата обращения 22.02.2023).
21. **Цикл движения UDDS** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/udds.php> (дата обращения 22.02.2023).
22. **Цикл движения HDDDT** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/hdddt.php> (дата обращения 22.02.2023).
23. **Цикл движения WHVC** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/whvc.php> (дата обращения 22.02.2023).
24. **Цикл движения CHTC** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/chtc.php> (дата обращения 22.02.2023).
25. **Цикл движения NYBus** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/nybus.php> (дата обращения 22.02.2023).
26. **Цикл движения Manhattan Bus Cycle** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/manhattan.php> (дата обращения 22.02.2023).
27. **Цикл движения OC BUS** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/ocbus.php> (дата обращения 22.02.2023).
28. **Цикл движения Braunschweig Cycle** [Электронный ресурс] URL: <https://dieselnet.com/standards/cycles/braunschweig.php> (дата обращения 22.02.2023).
29. **UITP** [Электронный ресурс] URL: <https://www.uitp.org> (дата обращения 22.02.2023).
30. **Цикл движения SORT** [Электронный ресурс] URL: <http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/hybridbus/files/SORT2.pdf> (дата обращения 22.02.2023).

31. **Vámosi, A.** Development of Bus Driving Cycle for Debrecen on the Basis of Real-traffic Data [Text] / A. Vámosi, L.Czégé, I.Kocsis //, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. – 2022. – 50(2), P. 184–190. – doi: /10.3311/PPtr.16109.
32. **Son, J.** Comparative study between Korea and UK: relationship between driving style and real-world fuel consumption [Text] / J. Son, M. Park, K. Won, [et al.] // *International Journal of Automotive Technology* 17. 2016. P. 175-181.
33. **Tzirakis, E.** Impact of drivingstyle on fuel consumption and exhaust emissions: defensiveand aggressive driving style [Text] / E. Tzirakis, F. Zannikos, S. Stournas // in *Proceedings of the 10th International Conference on Environmental Science and Tech, Global Network for Environmental Science and Technology (Global-NEST)*. 2007. P. 1497-1504.
34. **Gao, J.A.** Construction Method of Truck Driving Cycles Considering Driving Style [Text] / J. Gao, K. Song, H. Xie // 2021 5th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI), 2021. P. 1-7, doi: 10.1109/CVCI54083.2021.9661153.
35. **Hanzhengnan, Yu.** Comparison of fuel consumption and emission characteristics of china VI coach under different test cycle [Text] / Hanzhengnan Yu [et al.] // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.* 2020. doi:10.1088/1755-1315/431/1/012062.
36. **Forni, F.** EU-PEMS PM pilot program: testing, data analysis and results [Electronic resource] / F. Forni, M. Carriero, F. Riccobono, [et al.] // Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Publications Office. – 2015. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2790/950255> (дата обращения 22.02.2023).
37. **Ko, S.** NOx Emissions from Euro 5 and Euro 6 Heavy-Duty Diesel Vehicles under Real Driving Conditions [Text] / S. Ko, J. Park, H. Kim, G. Kang, J. Lee, J. Kim, J. Lee // *Energies* – 2020. – 13(1), 218. <https://doi.org/10.3390/en13010218>