

Исследование топливной экономичности автобетоносмесителей в городских условиях эксплуатации на основе построения ездового цикла с учетом фильтрации GPS-данных

О.А. Дурницын

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: GPS зарекомендовали себя как полезные инструменты для сбора реальных данных о движении. Данные, собранные этими устройствами, предоставляют ценную информацию при изучении параметров движения ТС. Для моделирования транспортных средств эти данные имеют неопределимое значение, в особенности, для анализа расхода топлива и производительности транспортных средств. В исследовании представлена методология разработки ездового цикла специальных автомобилей, в ходе которых исследуется, загружается и обрабатывается профиль скорости конкретного типа транспортного средства, а также производится фильтрация зашумленных данных для чистоты поставленного эксперимента. Проанализированы данные испытаний для тяжелых условий эксплуатации. Разработан городской ездовой цикл для специального грузового автомобиля автобетоносмесителя в условиях города Тюмень. Оценивается расчетная экономия топлива указанного транспортного средства.

Ключевые слова: Ездовой цикл, топливная экономичность автобетоносмесителя, зашумленные данные, фильтрация данных, GPS.

Неизбежным следствием экономического прогресса является потенциальное увеличение потребности в перемещении грузов из одного места в другое. Это увеличение спроса подстегивает увеличение количества транспортных средств и потребления ископаемого топлива. В России не существует утвержденной модели с ездовым циклом для специальных автомобилей автобетоносмесителей. Модель будет полезна в исследованиях экономии топлива для транспортных средств, работающих на территории РФ, поскольку описывает скоростной профиль и расход топлива для специальных автомобилей. Кроме того, модель ездового цикла учитывает дорожные условия и дорожное движение. Модель цикла облегчает измерение экономии топлива.

Целью исследования является разработка модели ездового цикла для специальных автомобилей-автобетоносмесителей.

Ездовые циклы должны представлять собой обобщенные операции движения транспортного средства. Путем тестирования испытуемого

транспортного средства можно измерить производительность транспортного средства с точки зрения расхода топлива.

В этом исследовании с использованием разработанных циклов была оценена экономия топлива транспортного средства для приготовления и транспортировки бетонной смеси.

Для учета ошибок, связанных с анализом данных GPS, в среде STAMM был разработан метод обработки, на основе линейно прогрессирующих логических фильтров [1].

Ездовой цикл содержит данные о скорости и времени, собранные с помощью системы автоматического сбора данных. Информация содержит показатели скорости и нагрузки на ДВС за смену, либо рабочий день ТС. Также при исследовании объема данных, подвергшихся изменению при фильтрации, был произведен расчет анализа ездового цикла, для оценки влияния фильтра на динамику цикла. Далее была проведена оценка топливной экономичности и построен график [2,3].

Фильтрация данных состоит из трех частей (фильтров):

1. Исключает данные со знаком минус и значения-дублиеры;
2. Смена значений за пределами диапазона;
3. Исключение колебательных данных при совершении остановок.

Сначала необходимо удалить любые точки данных с повторяющимися значениями данных. Если ошибочная информация о времени не удалена на этом этапе, мы не смогли бы выполнить точные вычисления на основе дифференциальной / интегральной информации о времени, и будущие этапы, основанные на этой информации, были бы невозможны.

На втором этапе каждое значение обрабатывается через фильтр и сравнивается индивидуально с предельными значениями скорости. Дополнительно, отфильтрованная скорость транспортного средства имеет

нижнюю границу - ноль километров в час, чтобы для повышения качества моделирования транспортного средства.

Применение ограничений обеспечивает гибкость в обработке данных и увеличивает качество результатов. Использование пределов в фильтре скоростей обеспечивает уникальное преимущество при фильтрации большого количества циклов движения [4].

Фильтр, показанный на рисунке 1, повышает однородность исходных данных, дополняя данными, более репрезентативными для реальной эксплуатации транспортного средства.

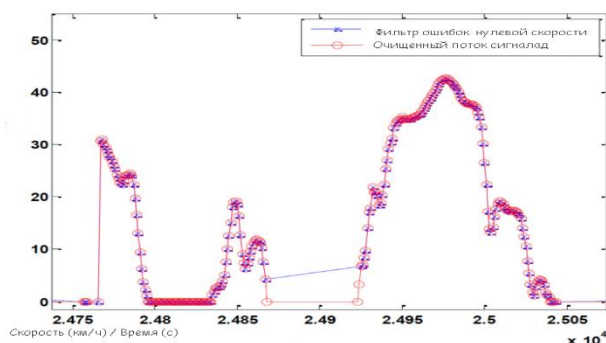


Рисунок 1. Результаты обработанных данных для исследования циклов.

Зашумленные данные создают ошибочный фон, это делает расчеты заведомо ошибочными, что напрямую коррелирует с уменьшенными моделируемыми значениями экономии топлива [5].

В этом исследовании была использована система GPS из-за ее надежности и простоты внедрения. Система GPS автоматически регистрирует скорость транспортных средств с интервалом в одну секунду. GPS устанавливается на исследуемые транспортные средства, чтобы зафиксировать положение в ходе обследования скорости.

После очистки, данные о скорости (с интервалом в одну секунду) копируются в текстовый файл, который затем будет обработан программным комплексом по разработке ездового цикла.

Программа автоматически вычисляет максимальное и минимальное ускорение, максимальную и минимальную скорость, среднюю скорость и среднее ускорение. Затем записывает эти статистические данные в выходные файлы каждый раз, когда генерируется ездовой цикл.

Двадцать возможных циклов привода с абсолютной разницей, не превышающей 20%, генерируются с использованием указанной программы. В конечном итоге выбирается последний цикл с наименьшим максимальным ускорением. В таблице 1 приведены статистические данные о цикле движения автобетоносмесителя.

Таблица 1

Статистика цикла привода и целевого цикла привода - автобетоносмесителя

Параметры	Оценка	
	Целевой цикл	Финальный цикл
Максимальная скорость, км/ч	95	63
Максимальное ускорение, м/с ²	2,78	1,25
Средняя скорость, км/ч	11,11	8,43
Среднее ускорение, м/с ²	0	0
Средняя скорость наката, км/ч	16,06	12,71
Минимальная скорость, км/ч	0	0

Минимальное ускорение, м/с ²	7,08	2,08
Продолжительность, секунд	127,129	1,300
Расстояние, км	-	2,93
Процентная разница, %-	-	17,71
Период простоя, %	31,51	35,00

График зависимости скорости от времени модели цикла движения для специального ТС показан на рисунке 2. Максимальная скорость была достигнута примерно через 500 секунд после старта [6,7].

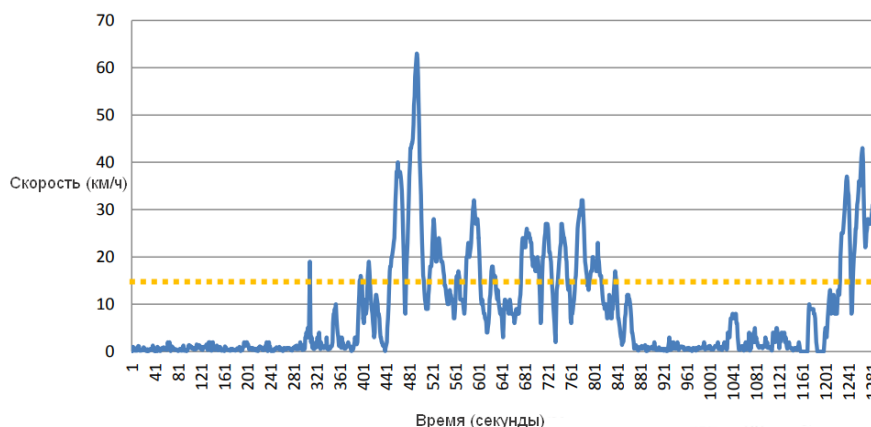


Рисунок 2. Цикл движения автобетоносмесителя в городских условиях эксплуатации

Поскольку особое внимание выделено повышению топливной экономичности автомобиля, способность правильно моделировать характеристики автомобиля по своей сути имеет решающее значение для цикла движения. В качестве окончательного сравнения сгенерированных циклов с собранной базой данных каждый сгенерированный цикл был прогнан через обычный симулятор, для оценки экономии топлива [8]. На рисунке 3 показано сравнение сгенерированной оценки экономии топлива в

цикле со средней измеренной суточной экономией топлива, а также 95% доверительный интервал для каждого среднего измеренного значения. Интервалы доверия были рассчитаны на основе количества точек данных в неделю и разница между этими точками [9]. На этом рисунке показано, что сгенерированный цикл попадает в доверительный интервал для каждого тестового города, что указывает на то, что сгенерированные города являются репрезентативными для типичных характеристик транспортных средств в каждом еженедельном наборе данных [10].

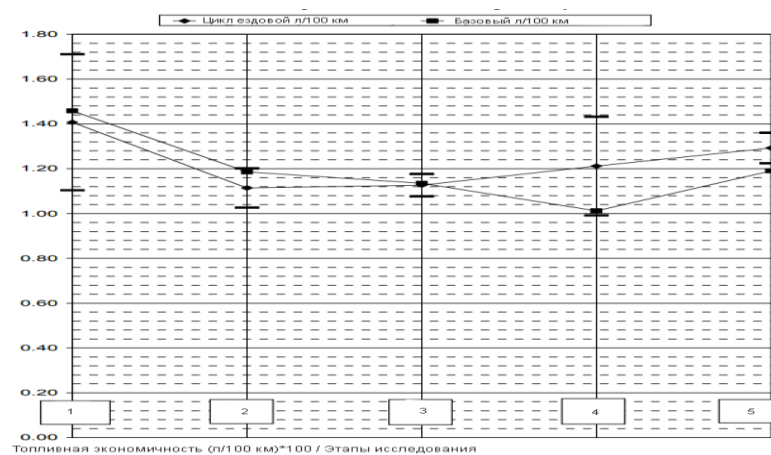


Рисунок 3. Анализ топливной экономичности циклов движения при эксперименте относительно базового цикла

Заключение

Результаты исследования показали, что фильтрация данных GPS повышает качество первично собранных данных, используемых для дальнейших исследований, исключая ошибочные данные и включая недостающие компоненты сигнала, а также обеспечивая увеличение качества данных, для построения цикла движения, и оценки топливной экономичности специальных транспортных средств (автобетоносмесителей).

Литература

1. Маняшин А. В. Прогнозирование и планирование ресурсов на автомобильном транспорте с использованием информационных технологий. Тюмень, 2015. 146 с.
2. Маняшин С. А. Методика исследования режимов движения автомобилей в городских условиях. Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: сборник материалов международной научно-технической конференции. Тюмень. 2008. С. 126 – 128.
3. Маняшин, С. А. Автоматизация исследований режимов движения автомобилей в городе. Проблемы эксплуатации систем транспорта: сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. Тюмень, 2008. – С. 197-198.
4. Wang, J.; Rakha, H.A. Fuel Consumption Model for Conventional Diesel Buses. Appl. Energy 2016. pp. 394–402.
5. Магомадова Х.А. Принципы рационального использования природных ресурсов. Формирование идей устойчивого развития // Инженерный вестник Дона, 2012, № 2, часть 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/755.
6. Tupaldos, P.; Papamichail, I.; Papageorgiou, M. Minimization of Fuel Consumption for Vehicle Trajectories. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2020, 21, 1716–1727 pp.
7. Магомадова Х.А. Проблемы социально-эколого-экономической эффективности взаимодействия общества и природы // Инженерный вестник Дона. 2012, № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/666
8. Маринович С., Боланча Т., Юкич С., Рукавина В., Юкич А. Вычисление низкотемпературных характеристик дизельного топлива с

- помощью искусственных нейронных сетей. Химия и технология топлив и масел. 2012. № 1. С. 47–52.
9. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. Лаборатория знаний, Москва. 2016. 221 с.
10. Zhang, Y., Wang, H., Liang, S., Xu, M. // A Dual Strategy for Controlling Energy Consumption and Air Pollution in China's Metropolis of Beijing," Energy 81. 2015. pp 294- 303.

References

1. Manyashin, A. V. Prognozirovanie i planirovanie resursov na avtomobil`nom transporte s ispol`zovaniem informacionny`x texnologij [Forecasting and resource planning in road transport using information technology]. Tyumen. 2015. 146 p.
2. Manyashin, S. A. Problemy` e`kspluatacii i obsluzhivaniya transportno-texnologicheskix mashin: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii.. Tyumen. 2008. pp. 126 – 128.
3. Manyashin, S. A. Problemy` e`kspluatacii sistem transporta sbornik materialov vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Tyumen`, 2008. pp. 197-198.
4. Wang, J.; Rakha, H.A. Fuel Consumption Model for Conventional Diesel Buses. Appl. Energy. 2016. pp. 394–402.
5. Magomadova X.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 2, chast` 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/755.
6. Typaldos, P.; Papamichail, I.; Papageorgiou, M. Minimization of Fuel Consumption for Vehicle Trajectories. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2020, 21, pp.1716–1727.



7. Magomadova X.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012, № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/666.

8. Marinovich C., Bolancha T., Yukich S., Rukavina V., Yukich A. Ximiya i texnologiya topliv i masel. 2012. № 1. pp. 47-52.

9. Yasnichkij L.N. Intellekтуал`nye sistemy [Intelligent systems]. Moskva. Laboratoriya znaniy, 2016. 221 p.

10. Zhang, Y., Wang, H., Liang, S., Xu, M.A Dual Strategy for Controlling Energy Consumption and Air Pollution in China's Metropolis of Beijing, Energy. 2015. pp. 294-303,