

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ В ГОРОДСКОМ ЦИКЛЕ

В.А. Гринин

valiksevada@gmail.com

SPIN-код: 6711-3124

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Получены характеристики топливной экономичности транспортной машины в городском цикле с различными вариантами двигателей внутреннего сгорания и предложены алгоритмы переключения передач автоматической трансмиссии с использованием компьютерного имитационного моделирования. На разработанной в программном комплексе LMS Imagine.Lab Amesim имитационной математической модели машины получены внешние характеристики двигателей, трехмерные графики удельного расхода топлива, выполнена верификация и проведены вычислительные эксперименты. По результатам вычислительных экспериментов с использованием различных алгоритмов выбран наиболее рациональный с точки зрения снижения расхода топлива режим работы двигателей различных вариантов, подтверждена адекватность и точность имитационной математической модели машины.

Ключевые слова

Трансмиссия, двигатель, транспортная машина, расход топлива, экономичность, частота вращения, давление, крутящий момент

Поступила в редакцию 03.08.2021

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

Введение. Проектирование сложных технических устройств невозможно без всестороннего исследования и отдельных их частей, и всего агрегата в целом. Один из наиболее распространенных способов исследования — применение имитационного математического моделирования. Оно заключается в создании математического отображения реального объекта, выраженного совокупностью алгебраических и дифференциальных уравнений, и позволяет имитировать поведение реальной механической системы [1].

Создание имитационной математической модели (ИММ) сопряжено с необходимостью принятия определенных допущений. В настоящее время существует несколько программных пакетов, позволяющих упростить процесс создания ИММ и предоставляющих значительное удобство как в процессе варьирования параметров при ее изменении, так и в процессе проведения вычислительного эксперимента. Одним из таких пакетов является программный комплекс LMS Imagine.Lab Amesim, предназначенный для моделирования динамики мехатронных систем [2].

В рамках настоящей работы в программной среде LMS Imagine.Lab Amesim была создана имитационная математическая модель движения легкового авто-

мобилья экономного класса, близкого по параметрам к Lada Vesta SW Cross с АМТ, включающая в себя модели двигателя и трансмиссии, и проведено исследование динамики движения при типовых режимах нагружения.

Создание имитационной математической модели. Для исследования динамики движения машины была построена ее имитационная математическая модель с использованием библиотеки IFP Drive (рис. 1). Исходными данными для моделирования работы двигателей внутреннего сгорания служат их характеристики [3–5]. Для корректной работы двигателя необходимы параметры окружающей среды. Они задаются заранее и представлены в табл. 1.

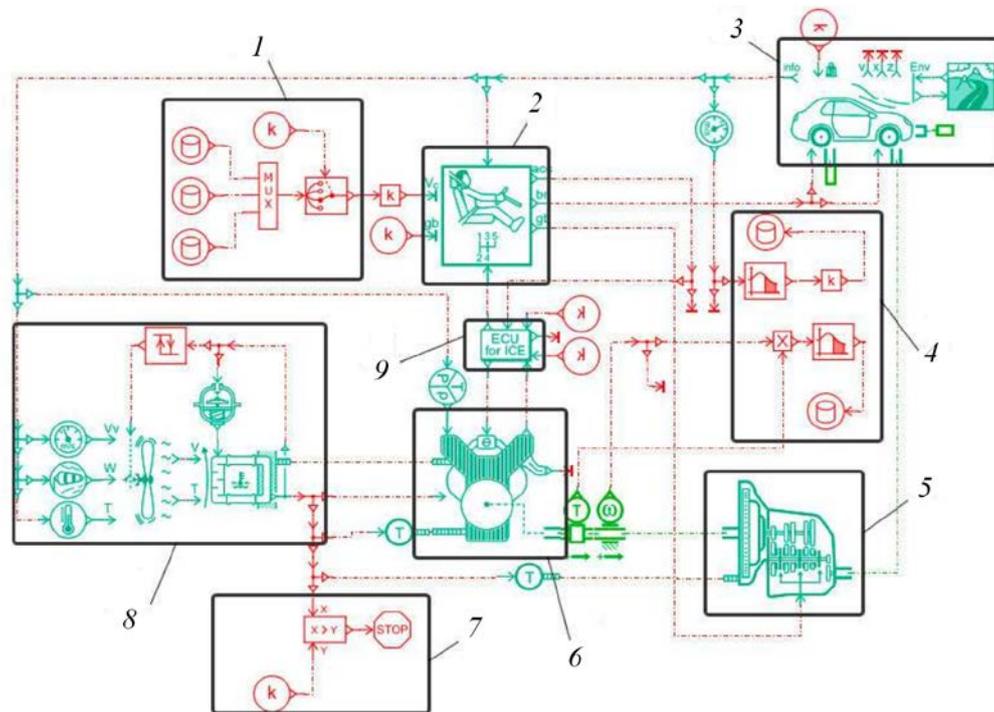


Рис. 1. Реализация имитационной математической модели:

1 — блок задания входных данных движения; 2 — блок моделирования действий водителя; 3 — блок моделирования взаимодействия шасси машины с окружающей средой и опорным основанием; 4 — блоки расчета средней скорости движения и средней мощности; 5 — блок моделирования работы роботизированной трансмиссии; 6 — блок моделирования работы двигателя внутреннего сгорания; 7 — блок остановки моделирования при превышении температуры охлаждающей жидкости; 8 — блок моделирования системы охлаждения двигателя; 9 — блок управления двигателем

Таблица 1

Параметры окружающей среды

Наименование параметра	Значение
Температура окружающей среды (воздуха), °С	20
Атмосферное давление, бар	1,013
Плотность атмосферного воздуха, кг/м ³	1,185

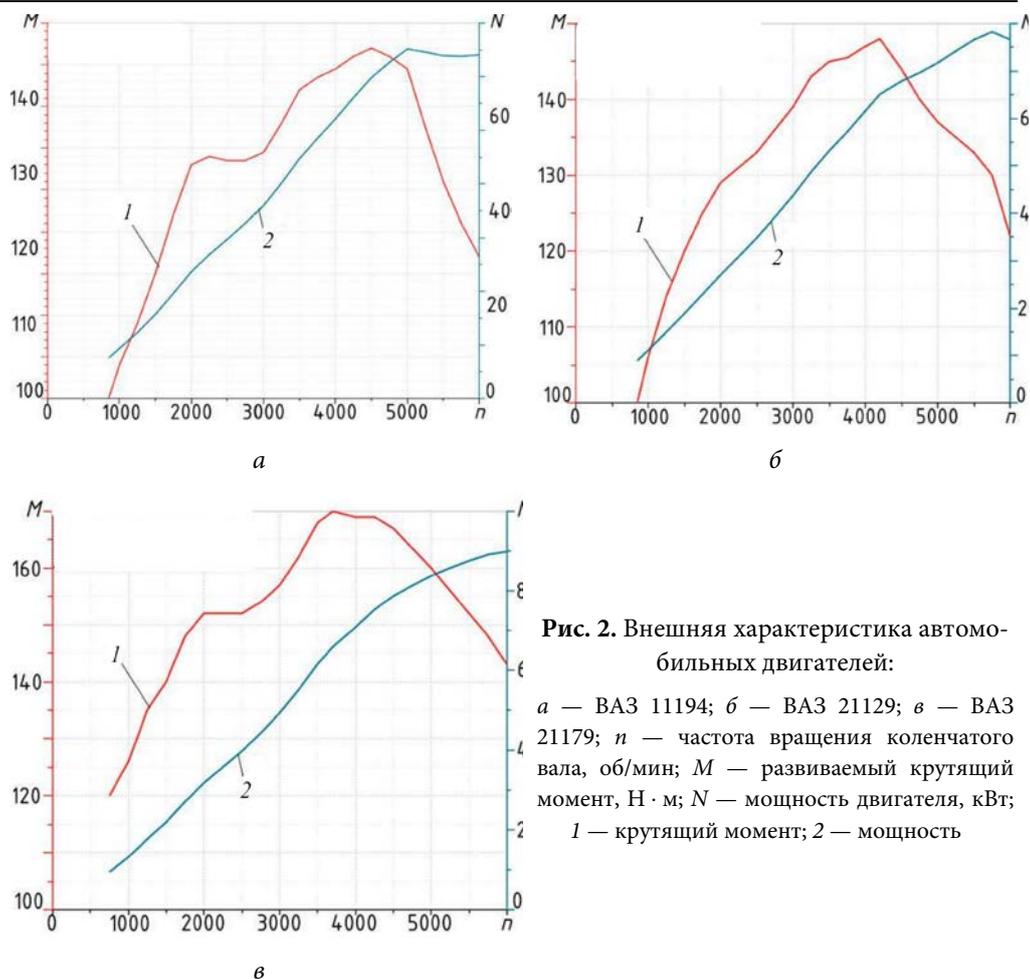


Рис. 2. Внешняя характеристика автомобильных двигателей:

а — ВАЗ 11194; б — ВАЗ 21129; в — ВАЗ 21179; n — частота вращения коленчатого вала, об/мин; M — развиваемый крутящий момент, Н·м; N — мощность двигателя, кВт; 1 — крутящий момент; 2 — мощность

При вводе данных в блок моделирования двигателя рассчитываются также давление потерь, мощность тепловыделения при работе в различных режимах, трехмерные карты удельного расхода топлива и иные параметры. Они используются при моделировании работы системы охлаждения двигателя. Система охлаждения состоит из радиатора, термостата, вентилятора и блока управления вентилятором [6].

Входными данными для работы двигателя служит информация, приходящая из блока управления двигателем, а также параметры [6], рассчитываемые при работе блока системы охлаждения, и параметры окружающей среды (см. табл. 1).

Модель роботизированной трансмиссии. В данной модели используется роботизированная коробка передач с одним сцеплением. Конструктивно она соответствует механической коробке передач, устанавливаемой на автомобили «Приора» и «Веста» [7].

Входными данными для работы модели трансмиссии служат частота вращения коленчатого вала двигателя, температура масла в трансмиссии, а также ожидаемый согласно заданному алгоритму переключения номер передачи, зада-

аемый в блоке работы водителя. Выходным параметром является крутящий момент, подаваемый на ведущую ось шасси.

Модель шасси. В качестве модели шасси используется блок DRIVEH01 библиотеки IFP Drive. Для работы этого блока необходим ряд параметров [6].

Входными данными для работы блока служат параметры окружающей среды, крутящий момент со стороны трансмиссии, информация о наличии и интенсивности изменения тормозного момента, а выходными параметрами — комплекс величин, необходимых для адекватной работы остальных компонентов общей модели машины.

Модель водителя. Блок формирования команд водителя представляет собой блок-имитатор работы водителя для машин с роботизированной трансмиссией.

Входными данными служат текущая и желаемая скорости движения машины, а выходными — положение педалей акселератора и тормоза. Блок передает информацию о выбранном режиме работы роботизированной трансмиссии в соответствующий блок.

Водитель использует органы управления согласно параметрам, представленным в табл. 2.

Таблица 2

Допустимые параметры управления

Наименование параметра	Значение	Обозначение
Ожидаемый коэффициент усиления контура управления ускорением (anticipative gain for acceleration control loop), с ² /м	0,75	GAacc
Пропорциональный коэффициент усиления контура управления ускорением (proportional gain for acceleration control loop), с/м	5	GPacc
Интегральный коэффициент усиления контура управления ускорением (integral gain for acceleration control loop), м ⁻¹	0,5	GIacc
Ожидаемый коэффициент усиления контура управления торможением (anticipative gain for braking control loop), с ² /м	0,75	GAbr
Пропорциональный коэффициент усиления контура управления торможением (proportional gain for braking control loop), с/м	15	GPbr
Интегральный коэффициент усиления контура управления торможением (integral gain for braking control loop), м ⁻¹	0,5	GIbr

Перечисленные в табл. 2 параметры используются для вычисления условного положения педали тормоза или акселератора, выраженного безразмерной величиной, изменяющейся в диапазоне от нуля до единицы.

Сначала вычисляется текущая ошибка err как разница между желаемой V_{cont} и текущей скоростью V_{veh} :

$$err = V_{cont} - V_{veh},$$

затем согласно приведенным ниже зависимостям определяются положения педали:

$$acc = GPacc \cdot err + GIacc \int_0^1 err \cdot dt + GAacc \cdot dV_{cont};$$

$$brak = -GPbr \cdot err + Glbr \int_0^1 err \cdot dt + GAbr \cdot dV_{cont},$$

где acc — условное положение педали акселератора; $brak$ — условное положение педали тормоза; dV_{cont} — интенсивность изменения желаемой скорости движения.

Рассчитанные значения параметров применяются в моделях двигателя и трансмиссии, а также при формировании управляющего воздействия на тормозных механизмах шасси.

Верификация имитационной математической модели. Для оценки точности и адекватности модели необходимо провести ее верификацию путем сравнения результатов численного моделирования и известных экспериментальных данных. В качестве них принимают паспортные данные километрового расхода топлива при движении в загородном цикле EPA Highway Fuel Economy Cycle (HWFET), применяемом при исследовании топливной экономичности [8]. Операционная карта цикла приведена на рис. 3.

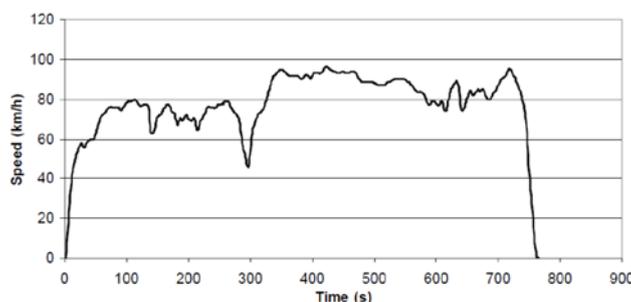


Рис. 3. Операционная карта цикла HWFET:

Speed — скорость движения, км/ч; Time — время, с

Таблица 3

Результаты верификации различных двигателей

Параметр	Код двигателя		
	11194	21129	21179
Масса израсходованного топлива, г	660,17	693,5	743,84
Преодоленный путь, м	16501,3		
Расход топлива, л/100 км:			
паспортный	5,3	5,3	6,0
по результатам моделирования	5,33	5,60	6,01
в городском цикле паспортный (для справки)	—	10,1	9,7
Погрешность, %	0,6	5,7	0,2

Исследование топливной экономичности машины. Исследование топливной экономичности проводится в режиме движения, соответствующем городскому циклу INRETS urbanfluide2 [8], операционная карта которого приведена на рис. 4.

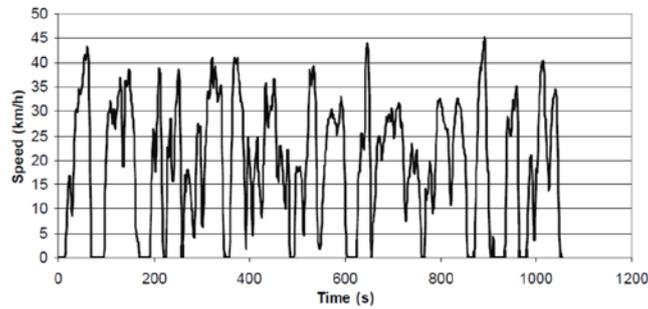


Рис. 4. Операционная карта цикла INRETS urbanfluide2:

Speed — скорость движения, км/ч; Time — время, с

При моделировании контролируемым параметром является расход топлива, а варьируемым — режим переключения передач. В начальном режиме переключение передачи на повышенную происходит при частоте вращения 3000 об/мин, а на пониженную — при 1500 об/мин.

Изменение алгоритма переключения осуществлялось таким образом, чтобы работа двигателя при нагрузке, соответствующей заданному режиму движения, происходила в режимах, соответствующих минимальному удельному расходу топлива.

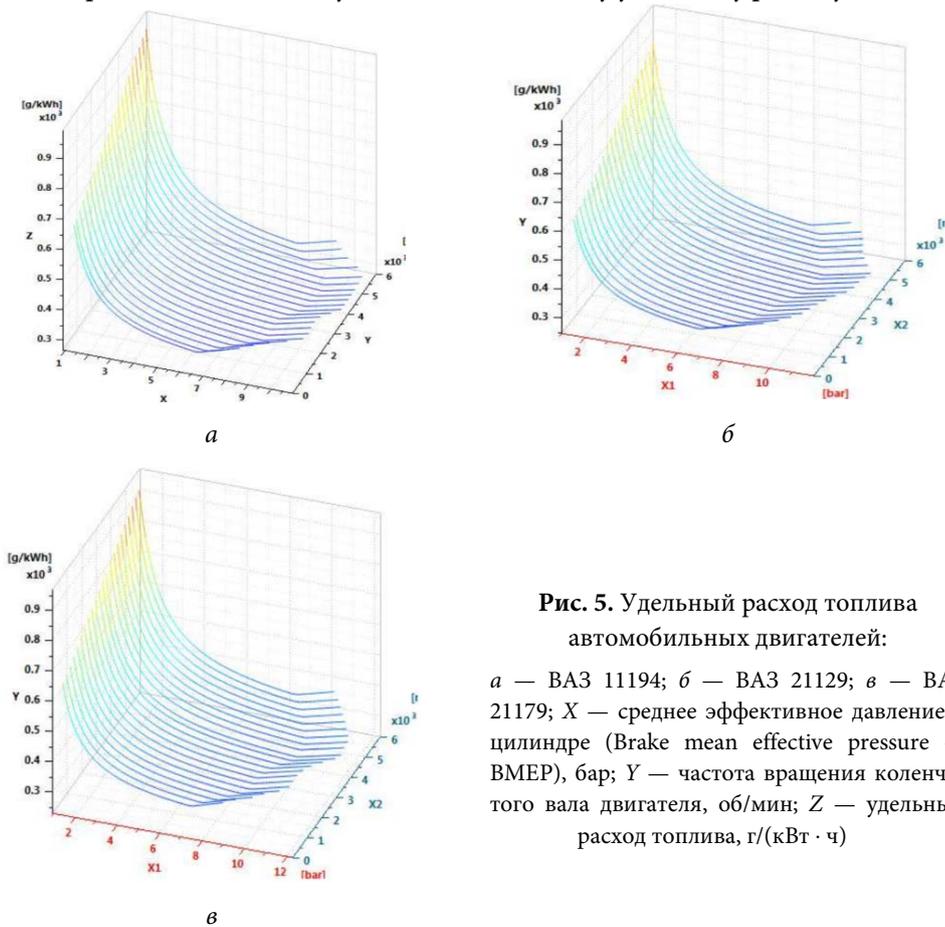


Рис. 5. Удельный расход топлива автомобильных двигателей:

а — ВАЗ 11194; *б* — ВАЗ 21129; *в* — ВАЗ 21179; *X* — среднее эффективное давление в цилиндре (Brake mean effective pressure — ВМЕР), бар; *Y* — частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; *Z* — удельный расход топлива, г/(кВт · ч)

Анализ представленных трехмерных графиков на рис. 5 позволяет сделать вывод, что удельный расход топлива зависит от степени наполнения цилиндров и от частоты вращения коленчатого вала двигателя, алгоритм переключения передачи должен учитывать оба этих фактора. Результаты имитационного моделирования, проведенного в соответствии с начальным алгоритмом переключения передачи, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты моделирования работы различных двигателей

Параметр	Код двигателя		
	11194	21129	21179
Время моделирования, с	1053		
Преодоленный путь, м	5640	5637	5634
Средняя скорость движения, км/ч	19,3	19,3	19,3
Масса израсходованного топлива, г	482,2	526,3	561,6
Расход топлива, л/100 км	11,4	12,4	13,3

Удельный расход снижается по мере приближения к точке максимального момента, а затем вновь увеличивается. Такой режим переключения должен осуществляться только при полностью открытой дроссельной заслонке, т. е. при условном положении педали акселератора *acc*, соответствующем единице. Условным положением педали акселератора *acc* будем называть величину от 0 до 1,0. В общем виде зависимость частоты вращения коленчатого вала от положения педали акселератора выглядит так:

$$E_u = n + \Delta n \cdot acc, \quad (*)$$

где E_u — частота вращения коленчатого вала, при которой происходит переключение передачи на повышенную, об/мин; n — некоторая фиксированная частота вращения коленчатого вала, об/мин; Δn — варьируемая частота вращения коленчатого вала, об/мин.

Суть выбора алгоритма переключения сводится к выбору таких значений n и Δn , при которых расход топлива будет наименьшим.

Отношения передаточных чисел и значения частоты вращения входного вала коробки при переключении передачи на повышенную в точке максимального момента и условия сохранения скорости движения приведены ниже:

Номер передачи.....	1–2	2–3	3–4	4–5
Отношение передаточного числа.....	1,865	1,437	1,442	1,200
Частота вращения входного вала, об/мин.....	2280	2960	2950	3540

Для переключения передач на пониженную используются следующие значения:

Номер передачи.....	5–4	4–3	3–2	2–1	1–нейтраль
Частота вращения входного вала, об/мин.....	1300	1200	1200	1050	600

Моделирование движения машины с двигателем ВАЗ 11194. Согласно рис. 1, выражение (1) для точки максимального момента можно записать как

$$4500 = n + \Delta n.$$

Начальный алгоритм можно представить такой функцией, единой для всех передач:

$$E_u = 3000 + 1500 \cdot acc,$$

что соответствует «позднему» переключению передачи.

Результаты моделирования представлены в табл. 5. Позднее переключение передачи приводит к росту расхода топлива. Большую часть времени педаль нажата не более чем на 40 % (рис. 6). Переключения выше второй передачи не происходит (рис. 7). Частота вращения не превышает 4000 об/мин, за исключением двух пиков (рис. 8). При этом момент переключения должен находиться в интервале 2000...3000 об/мин при условном положении педали акселератора от 0,3 до 0,4. Это позволяет привести зависимость (*) к следующему виду:

$$4500 = n + \Delta n \cdot 1,$$

$$3000 = n + \Delta n \cdot 0,4,$$

$$1500 = n + \Delta n \cdot 0,2;$$

$$\begin{cases} 4500 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 2000, \\ \Delta n = 2500; \end{cases} \text{ (режим 1)}$$

$$\begin{cases} 4500 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 2000 = n + \Delta n \cdot 0,3, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 930, \\ \Delta n = 3570; \end{cases} \text{ (режим 2)}$$

$$\begin{cases} 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \\ 2000 = n + \Delta n \cdot 0,3, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = -1000, \\ \Delta n = 10000. \end{cases} \text{ (режим 3)}$$

Моделирование движения машины с двигателем ВАЗ 21129. Для двигателя ВАЗ 21129 максимальный крутящий момент достигается при частоте вращения коленчатого вала, равной 4200 об/мин. Следовательно,

$$E_u = 3000 + 1200 \cdot acc.$$

Результаты моделирования представлены в табл. 5. График изменения условного положения педали акселератора в процессе движения машины представлен на рис. 6. Анализ результатов моделирования показывает, что расход топлива при таком режиме переключения вырос. Большую часть времени педаль нажата не более чем на 50 % (рис. 7). Переключения выше второй передачи не происходит. Частота вращения не превышает 3500 об/мин, за исключением нескольких пиков (рис. 8). При этом момент переключения должен находиться

в интервале 1500...3000 об/мин при условном положении педали акселератора от 0,2 до 0,4. Это позволяет привести зависимость (*) к следующему виду:

$$\begin{aligned} 4200 &= n + \Delta n \cdot 1, \\ 3000 &= n + \Delta n \cdot 0,4, \\ 1500 &= n + \Delta n \cdot 0,2; \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 4200 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 2200, \\ \Delta n = 2000; \end{cases} \text{ (режим 1)}$$

$$\begin{cases} 4200 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 1500 = n + \Delta n \cdot 0,2, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 825, \\ \Delta n = 3375; \end{cases} \text{ (режим 2)}$$

$$\begin{cases} 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \\ 1500 = n + \Delta n \cdot 0,2, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 0, \\ \Delta n = 7500. \end{cases} \text{ (режим 3)}$$

Моделирование движения машины с двигателем ВАЗ 21179. Для двигателя ВАЗ 21129 максимальный крутящий момент достигается при частоте вращения коленчатого вала, равной 3750 об/мин. Следовательно,

$$E_u = 2500 + 1250 \cdot acc.$$

Результаты моделирования представлены в табл. 5. Расход топлива при таком режиме переключения снизился на 15,48 %. График изменения условного положения педали акселератора в процессе движения машины представлен на рис. 6. Большую часть времени педаль нажата не более чем на 40 %. Переключения выше третьей передачи не происходит.

Частота вращения не превышает 3000 об/мин, за исключением нескольких пиков (рис. 8). При этом момент переключения должен находиться в интервале 1500...3000 об/мин при условном положении педали акселератора от 0,2 до 0,4. Это позволяет привести зависимость (*) к следующему виду:

$$\begin{aligned} 3750 &= n + \Delta n \cdot 1, \\ 3000 &= n + \Delta n \cdot 0,4, \\ 1500 &= n + \Delta n \cdot 0,2; \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 3750 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 2500, \\ \Delta n = 1250; \end{cases} \text{ (режим 1)}$$

$$\begin{cases} 3750 = n + \Delta n \cdot 1, \\ 1500 = n + \Delta n \cdot 0,2, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 940, \\ \Delta n = 2810; \end{cases} \text{ (режим 2)}$$

$$\begin{cases} 3000 = n + \Delta n \cdot 0,4, \\ 1500 = n + \Delta n \cdot 0,2, \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 0, \\ \Delta n = 7500. \end{cases} \text{ (режим 3)}$$

Таблица 5

Результаты моделирования работы различных двигателей

Параметр	Код двигателя		
	11194	21129	21179
Масса израсходованного топлива, г	491,4	536,7	477,3
Расход топлива, л/100 км:			
До изменения алгоритма	11,40	12,40	13,30
После изменения алгоритма	11,60	12,66	11,24
Относительное снижение расхода, %	-1,75	-2,10	15,48

Таблица 6

Результаты моделирования работы различных двигателей

Параметр	Код двигателя					
	11194		21129		21179	
Режим	1	2	1	2	1	2
Масса израсходованного топлива, г	458,4	445,2	501,4	484,1	477,3	430,6
Расход топлива, л/100 км:						
до изменения алгоритма	11,40	11,4	12,4	12,4	13,30	13,30
после изменения алгоритма	10,80	10,52	11,82	11,4	11,24	10,13
Относительное снижение расхода, %	5,26	7,71	4,68	8,06	15,48	23,8

Третий режим является математически верным, но невозможен физически из-за неположительной частоты вращения коленчатого вала. Соответственно, целесообразно рассмотреть первые два режима. Результаты моделирования для этих двух режимов переключения передач, единых для каждой передачи приведены в табл. 6. Ряд проведенных численных экспериментов показал, что наиболее экономичный режим для каждого двигателя достигается при работе с параметрами, значения которых приведены в табл. 7. В ней также указан итоговый расход топлива и относительное снижение расхода.

Таблица 7

Результаты моделирования работы различных двигателей

Параметр	Код двигателя											
	11194				21129				21179			
Переключение передачи	1-2	2-3	3-4	4-5	1-2	2-3	3-4	4-5	1-2	2-3	3-4	4-5
Постоянное значение частоты вращения n , об/мин	1000	1035			835				940			
Варьируемое значение частоты вращения n , об/мин	2500	2200	3250		2500	2200	3375		2500	2200		2810
Масса израсходованного топлива, г	429,0				467,2				429,5			
Расход топлива, л/100 км, до/после изменения алгоритма	11,40/10,14				12,40/11,00				13,30/10,10			
Относительное снижение расхода, %	11,1				11,29				24,06			

Режим 2 более рационален с точки зрения снижения расхода топлива для ВАЗ 11194, ВАЗ 21129 и ВАЗ 21179. На более низких передачах частоты вращения выше, чем на высших (рис. 6).

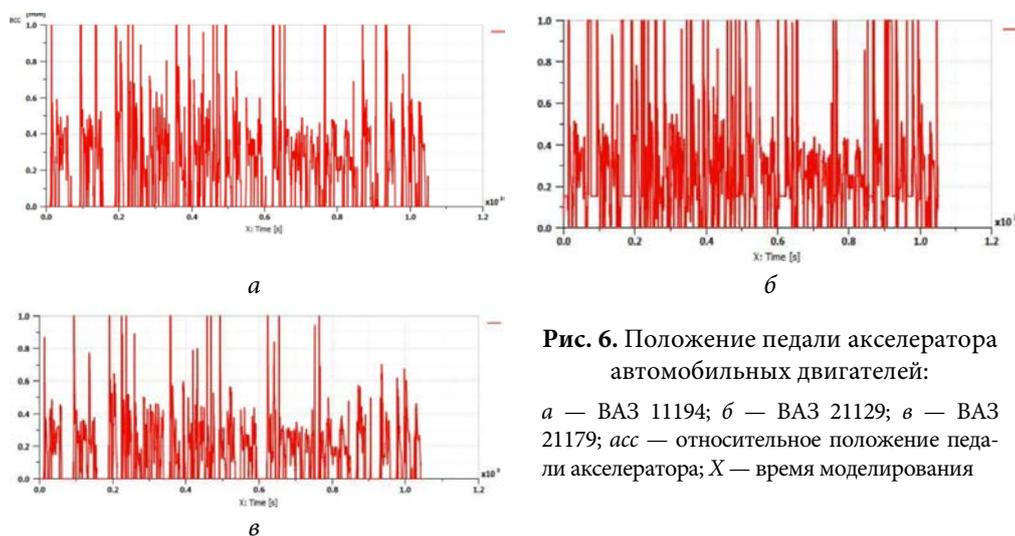


Рис. 6. Положение педали акселератора автомобильных двигателей:

a — ВАЗ 11194; *б* — ВАЗ 21129; *в* — ВАЗ 21179; *acc* — относительное положение педали акселератора; *X* — время моделирования

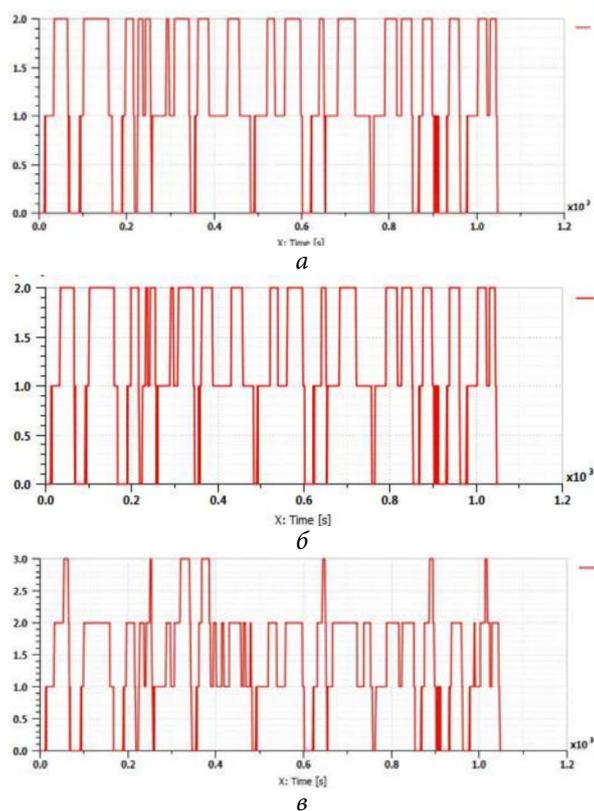


Рис. 7. Режим работы коробки передач автомобильных двигателей:

a — ВАЗ 11194; *б* — ВАЗ 21129; *в* — ВАЗ 21179; по оси ординат — номер передачи; *X* — время моделирования

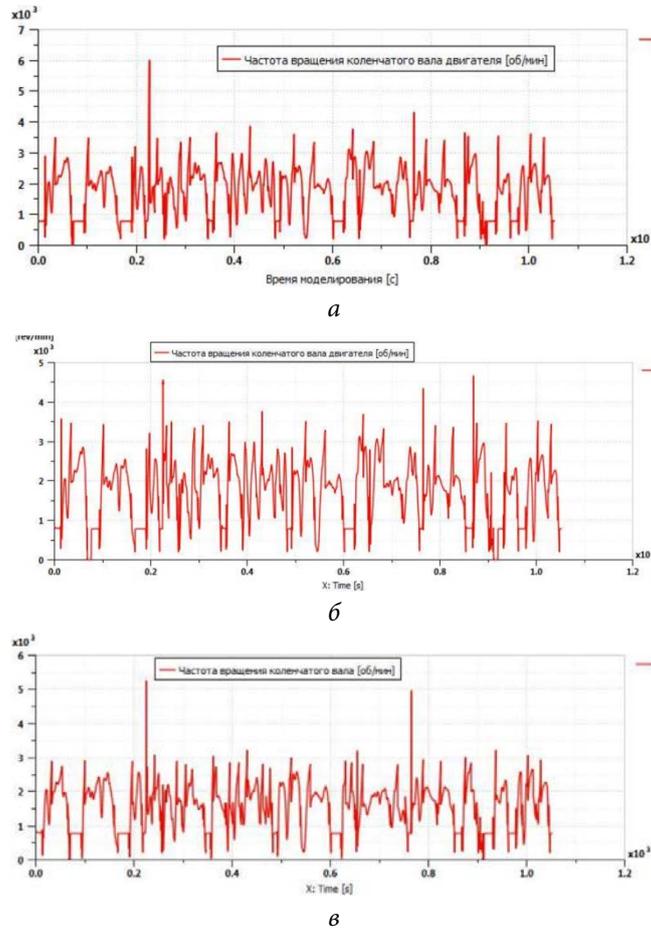


Рис. 8. Частота вращения коленчатого вала автомобильных двигателей:

а — VAZ 11194; *б* — VAZ 21129; *в* — VAZ 21179

Для снижения расхода топлива VAZ 11194 и VAZ 21129 целесообразно выбирать более низкие частоты вращения коленчатого вала двигателя. Частота вращения входного вала двигателя VAZ 21179 не превышает 2000 об/мин, кроме первой и второй передач. Целесообразно откорректировать моменты переключения на VAZ 11194 и VAZ 21129 для первых трех передач так, чтобы частота вращения коленчатого вала не превышала 2500 об/мин, на VAZ 21179 для первых двух передач так, чтобы частота вращения коленчатого вала не превышала 2000 об/мин.

Заключение. Проведенные вычислительные эксперименты демонстрируют адекватность и точность созданной имитационной математической модели: погрешность определения расхода топлива не превышает 5,7 %. Расход топлива в городском цикле зависит от алгоритма переключения каждой передачи в отдельности. Минимальный расход топлива в городском цикле для машины с двигателями VAZ 11194 составляет 10,14 л / 100 км; с двигателем VAZ 21129 — 11,0 л / 100 км; с двигателем VAZ 21179 — 10,1 л / 100 км.

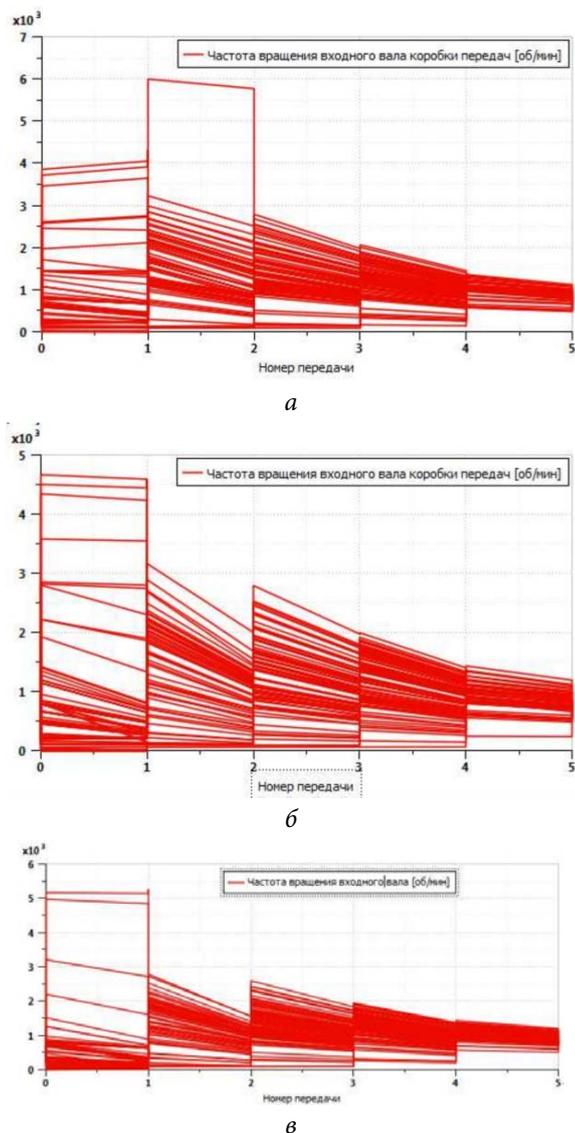


Рис. 9. Зависимость частоты вращения входного вала коробки передач от номера передачи автомобильных двигателей:

а — VAZ 11194; *б* — VAZ 21129; *в* — VAZ 21179

Наиболее экономичный режим движения достигается при «раннем» переключении передач, когда частоты вращения коленчатого вала не превышают 2000...2500 об/мин.

Двигатель VAZ 21179 показывает наилучшие показатели расхода топлива, сравнимые с двигателем VAZ 11179. Это обусловлено максимальным крутящим моментом, достигаемым на более низких оборотах коленчатого вала. Для двигателя VAZ 11194 также характерно низкое значение, поскольку рабочий объем этого двигателя наименьший, и расход топлива при частотах вращения, близких к холостым, также меньше, чем у остальных двигателей.

Литература

- [1] Строгалева В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
- [2] Simcenter Amesim. *siemens.com: веб-сайт*. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/ru/products/lms/imagine-lab/amesim/> (дата обращения: 09.03.2021).
- [3] Силовой агрегат ВАЗ-21179 – лидер линейки Lada. *vestaxray.ru: веб-сайт*. URL: <http://vestaxray.ru/model/lada-vesta/dvigatel-vaz-21179-tehnicheskie-harakteristiki.html> (дата обращения: 12.03.2021).
- [4] Двигатели ВАЗ. *motors-vaz.ru: веб-сайт*. URL: <http://www.motors-vaz.ru/vaz11194.html> (дата обращения: 12.03.2021).
- [5] Характеристики и отзывы о двигателе ВАЗ 21129. *лада-онлайн: веб-сайт*. URL: <https://xn--80aal0a.xn--80asehdb/car-description/reviews-tests/lada-vestareviews-tests/1036-harakteristiki-i-otzyvy-o-dvigatele-vaz-21129-lada-vesta-ixray.html> (дата обращения: 12.03.2021).
- [6] Lada Vesta SW Cross (2019 год). Руководство по эксплуатации автомобиля и его модификаций. *zinref.ru: веб-сайт*. URL: https://zinref.ru/avtomobili/VAZ/064_00_lada_Vesta_SW_Cross_2019_4600_raznie_7/000.htm (дата обращения: 13.03.2021).
- [7] Lada Vesta (Лада Веста) – руководство по эксплуатации и ремонту. *zinref.ru: веб-сайт*. URL: https://zinref.ru/avtomobili/VAZ/001_00_lada_vesta_rukovodstvo/001.htm (дата обращения: 13.03.2021).
- [8] Barlow T.J., Latham S., McCrae I.S. et al. A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions. TRL Limited, 2009.

Гринин Валерий Алексеевич — студент кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Ципилёв Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Гринин В.А. Исследование топливной экономичности транспортной машины в городском цикле. *Политехнический молодежный журнал*, 2021, № 09(62). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2021-09-735>

STUDY OF THE FUEL EFFICIENCY OF A TRANSPORT VEHICLE IN THE URBAN CYCLE

V.A. Grinin

valiksevada@gmail.com

SPIN-code: 6711-3124

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The author obtained the characteristics of the fuel efficiency of a transport vehicle in the urban cycle with various variants of internal combustion engines, and proposed algorithms for shifting gears of an automatic transmission using computer simulation. External characteristics of engines, three-dimensional graphs of specific fuel consumption were obtained using the simulation mathematical model of the machine developed in the LMS Imagine.Lab Amesim software package, verification was performed, and computational experiments were carried out. Based on the results of computational experiments using various algorithms, the most rational mode of operation of various engines was selected to reduce fuel consumption, the adequacy and accuracy of the simulation mathematical model of the machine was confirmed.

Keywords

Transmission, engine, transport vehicle, fuel consumption, efficiency, speed, pressure, torque

Received 03.08.2021

© Bauman Moscow State Technical University, 2021

References

- [1] Strogalev V.P., Tolkacheva I.O. Imitatsionnoe modelirovanie [Imitation modelling]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2008 (in Russ.).
- [2] Simcenter Amesim. *siemens.com: website*. URL: <https://www.plm.automation.siemens.com/ru/products/lms/imagine-lab/amesim/> (accessed: 09.03.2021).
- [3] Silovoy agregat VAZ-21179 – lider lineyki Lada [VAZ-21179 power unit – a leader of Lada product line]. *vestaxray.ru: website* (in Russ.). URL: <http://vestaxray.ru/model/lada-vesta/dvigatel-vaz-21179-tehnicheskie-harakteristiki.html> (accessed: 12.03.2021).
- [4] Dvigateli VAZ [VAZ engines]. *motors-vaz.ru: website* (in Russ.). URL: <http://www.motors-vaz.ru/vaz11194.html> (accessed: 12.03.2021).
- [5] Kharakteristiki i otzvyvy o dvigatele VAZ 21129 [Parameters and reviews on VAZ 21129 engine]. *lada-onlayn: website* (in Russ.). URL: <https://xn--80aal0a.xn--80asehdb/car-description/reviews-tests/lada-vestareviews-tests/1036-harakteristiki-i-otzvyvy-o-dvigatele-vaz-21129-lada-vesta-ixray.html> (accessed: 12.03.2021).
- [6] Lada Vesta SW Cross (2019 god). Rukovodstvo po ekspluatatsii avtomobilya i ego modifikatsiy [Lada Vesta SW Cross (2019). User manual for the car and its modifications]. *zinref.ru: website* (in Russ.). URL: https://zinref.ru/avtomobili/VAZ/064_00_lada_vesta_SW_Cross_2019_4600_raznie_7/000.htm (accessed: 13.03.2021).
- [7] Lada Vesta (Lada Vesta) – rukovodstvo po ekspluatatsii i remontu [Lada Vesta – operating and repair instruction]. *zinref.ru: website* (in Russ.). URL: https://zinref.ru/avtomobili/VAZ/001_00_lada_vesta_rukovodstvo/001.htm (accessed: 13.03.2021).
- [8] Barlow T.J., Latham S., McCrae I.S. et al. A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions. TRL Limited, 2009.

Grinin V.A. — Student, Department of Multi-purpose Caterpillar Machines and Mobile Robots, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Tsipilev A.A., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Multi-purpose Caterpillar Machines and Mobile Robots, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Grinin V.A. Study of the fuel efficiency of a transport vehicle in the urban cycle. *Politekhnichestkiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2021, no. 09(62). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2021-09-735.html> (in Russ.).