

## ИННОВАЦИИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

DOI 10.35264/1996-2274-2019-2-10-20

### ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ «КЛИМАТ-КОНТРОЛЬ» НА РАСХОД ТОПЛИВА И ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

**А.Д. Горбунова**, асп. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
(Тюмень), *burakova.1992@mail.ru*

**И.А. Анисимов**, доц. каф. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
(Тюмень), канд. техн. наук, доцент, *tkcc@list.ru*

**Л.Н. Буракова**, доц. каф. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
(Тюмень), канд. техн. наук, *burakovaln@tyuiu.ru*

**С.А. Клементьев**, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *klements@extech.ru*

Рецензент: *А.С. Иванов*

*Статья посвящена вопросу повышения топливной экономичности и экологичности легковых автомобилей, обслуживающих административно-управленческий персонал нефтегазового комплекса. Установлено, что эффективная температура окружающего воздуха, цвет непрозрачных элементов кузова, мощность двигателя внутреннего сгорания и объема салона легкового автомобиля влияют на расход топлива и количество удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами при использовании установки «климат-контроль». Однако наиболее простым управляемым фактором является цвет непрозрачных элементов кузова, который характеризуется коэффициентом светоотражения. В ходе экспериментальных исследований установлены зависимости изменения расхода топлива и доли снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами легковых автомобилей с установкой «климат-контроль» от коэффициента светоотражения. Разработан способ снижения расхода топлива и количества удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами легковыми автомобилями с установкой «климат-контроль», который заключается в придании белого цвета крыше транспортного средства и позволяет уменьшить расход топлива на 5,5–10,3%, а количество удельных выбросов вредных веществ – на 0,8–2,3%.*

**Ключевые слова:** легковой автомобиль, установка «климат-контроль», расход топлива, коэффициент светоотражения, эффективная температура окружающего воздуха.

### STUDY OF THE INFLUENCE OF THE «CLIMATE CONTROL» INSTALLATION ON FUEL CONSUMPTION AND EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES BY CARS AT IDLE WITH A RUNNING ENGINEE

**A.D. Gorbunova**, Postgraduate, Tyumen Industrial University, *burakova.1992@mail.ru*

**I.A. Anisimov**, Assistant Professor, Tyumen Industrial University, Doctor of Engineering,  
*tkcc@list.ru*

**L.N. Burakova**, Assistant Professor, Tyumen Industrial University, Doctor of Engineering,  
*burakovaln@tyuiu.ru*

**S.A. Klement'ev**, Head of Department, SRI FRCEC, *klements@extech.ru*

*The article is devoted to the issue of improving fuel efficiency and environmental friendliness of cars serving the administrative and management personnel of the oil and gas complex. It is*

*established that the effective ambient temperature, the color of opaque body elements, the power of the internal combustion engine and the passenger compartment volume of the car affects the fuel consumption and the number of specific emissions of harmful substances with exhaust gases when using the «climate control» installation. However, the simplest controllable factor is the color of the opaque body elements, which is characterized by light reflectance. In the course of experimental studies, the dependences of the change in fuel consumption and the share of reducing emissions of harmful substances from exhaust gases of passenger cars with the «climate control» installation on the light reflectance were established. A method has been developed to reduce fuel consumption and the number of specific emissions of harmful substances from exhaust gases of passenger cars with the «climate control» installation, which consists in imparting white color to the vehicle roof and allows reducing fuel consumption by 5.5–10.3%, and specific emissions of harmful substances by 0.8–2.3%.*

**Keywords:** passenger car, climate control installation, fuel consumption, light reflectance, effective ambient temperature.

### **Введение**

Ограниченные запасы природных источников энергии обуславливают рост цен на все виды топлива. Это вызывает необходимость повышения топливной экономичности эксплуатируемых транспортных средств [10]. Снижение расхода топлива приводит к повышению экологичности транспортных средств. Согласно Транспортной стратегии развития РФ до 2030 г. экологичность транспортной системы играет важную роль в социально-экономическом развитии страны, поэтому снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду является одной из ее главных задач. В ГОСТ Р 52033–2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» (изм. от 01.07.2012 № 1) указаны значения содержания в отработавших газах автомобилей оксида углерода и углеводородов. Таким образом, легковые автомобили должны иметь минимальный расход топлива и минимальные удельные выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

В настоящее время наблюдаются некоторые особенности эксплуатации легковых автомобилей: темпы развития улично-дорожной сети, отстающие от увеличивающегося количества транспортных средств, внедрение разделения пешеходных и транспортных потоков на перекрестках. Это снижает пропускную способность и увеличивает среднее время простоя транспортных средств. Анализ ранее проведенных исследований показал, что за последние 30 лет продолжительность простоя автомобилей с работающим двигателем увеличилась на 18% и в современных условиях составляет 30–35% [4, 5].

При выявлении особенностей эксплуатации легковых автомобилей в настоящее время также следует учитывать воздействие высоких температур. В Российской Федерации количество автомобиле-дней в эксплуатации легковых автомобилей при температуре свыше 20°C составляет более 51%. Превышение эффективной температуры окружающего воздуха стандартного значения, равного 20°C, влияет на количество теплоты, которая поступает в салон транспортного средства, путем изменения теплового состояния элементов его конструкции. В частности, в теплый период года наблюдается повышенная температура окружающего воздуха (выше 20°C) и рост количества поступления солнечной радиации на поверхность Земли. Это увеличение количества теплоступлений в салон вызывает повышение температуры воздуха внутри транспортного средства. Согласно нормам ПОТ РМ-008–99, которые регламентируют правила по температурному режиму на рабочем месте водителя, данные значения в теплый период года должны быть 20–25°C или разница между максимальной температурой окружающего воздуха и на рабочем месте водителя должна быть менее 3°C, но не более 28°C [1]. Для создания требуемого микроклимата в салоне применяется уста-

новка «климат-контроль», которая относится к вспомогательному оборудованию легкового автомобиля. Включение ее в работу приводит к увеличению доли мощности двигателя автомобиля, затрачиваемой на работу вспомогательного оборудования, что вызывает рост потребления расхода топлива транспортным средством. Наибольшее влияние наблюдается при отсутствии охлаждающих конструктивных элементов кузова потоков воздуха, которые возникают при движении автомобиля, а следовательно, при простое легкового автомобиля с работающим двигателем внутреннего сгорания.

В данном случае повышение расхода топлива, потребляемого легковым автомобилем при простое, работе двигателя внутреннего сгорания и включении в работу установки «климат-контроль», приводит к увеличению объема отработавших газов [2, 3]. Они на 95–98% состоят из продуктов полного сгорания, неиспользованного кислорода и азота воздуха, а 2–5% содержит несколько сотен компонентов, которые определяют степень вредного воздействия транспортного средства на окружающую среду. Однако и в продуктах полного сгорания присутствуют химические соединения, оказывающие отрицательное влияние на экологическое состояние атмосферы, например диоксид углерода, который способствует развитию парникового эффекта. Снижения концентрации данного соединения в отработавших газах можно достичь путем уменьшения расхода топлива легковыми автомобилями.

Таким образом, целью данного исследования является повышение топливной экономичности и экологичности легковых автомобилей при простое, работе двигателя внутреннего сгорания и включении установки «климат-контроль».

#### **Методология исследования**

Экологичность транспортной системы можно охарактеризовать как способность автомобилей выполнять транспортную работу или перевозку пассажиров с минимально возможными выбросами вредных веществ в строго определенных условиях. Проблемы снижения токсичности отработавших газов и повышения топливной экономичности изучали Г.В. Веденяпин, Н.Я. Говорущенко, Ю.Ф. Гутаревич, П.В. Евтин, О.И. Желажин, В.А. Звоно, Е.Р. Магарил, Л.Г. Резник [6, 8]. Расход топлива и содержание вредных веществ в отработавших газах автомобилей зависят от множества факторов, в частности от включения в работу вспомогательного оборудования и условий эксплуатации.

Повышение температуры окружающего воздуха увеличивает количество теплоступлений в салон, следовательно, происходит изменение микроклимата внутри транспортного средства. Изменение микроклимата в салоне или кабине транспортных средств под воздействием условий эксплуатации было рассмотрено в работах Ю.И. Палутина, А.М. Кормина, С.Н. Семикина, А.С. Шелякина и др. [7, 9]. В данных работах предложено совокупность природно-климатических факторов условий эксплуатации транспортных средств оценивать с помощью величины, учитывающей температуру и скорость перемещения воздушных масс и показывающей значение истинной температуры неподвижного и насыщенного воздуха, эффективную температуру. Однако данная величина является определяющим фактором только при поступлении теплоты в салон легкового автомобиля путем теплопередачи.

При оценке теплового баланса салона транспортного средства следует учитывать, что теплоступления через конструктивные элементы транспортного средства осуществляются теплопроводностью и конвекцией, выражаемой суммарно через теплопередачу и тепловое излучение. Количество теплоты, поступающей в салон легкового автомобиля через непрозрачные элементы кузова, что преимущественно осуществляется путем теплового излучения, в качестве определяющего фактора рассматривает отражательную способность лакокрасочного покрытия. Цвет характеризует отражательную способность непрозрачных элементов кузова. Например, абсолютно белое тело имеет коэффициент светоотражения, равный 1, а абсолютно черное (сажа) — 0. Однако при нанесении лакокрасочного покрытия абсолютно белого или черного цвета достичь невозможно, поэтому, как правило, легковые автомобили с белым цветом непрозрачных элементов кузова имеют коэффициент светоот-

ражения, равный 0,95, а с черным цветом – 0,05. Таким образом, на количество теплопоступлений через конструктивные элементы кузова влияют эффективная температура окружающего воздуха, отражательная способность непрозрачных элементов кузова, оцениваемая с помощью коэффициента светоотражения.

Рост количества теплопоступлений вызывает повышение температуры воздуха в салоне легкового автомобиля, для понижения и поддержания которой в пределах значений, соответствующим комфортным условиям, применяют установку «климат-контроль». Основными характеристиками ее работы, оказывающими влияние на расход топлива легковым автомобилем, являются холодопроизводительность и потребляемая мощность, которые зависят не только от количества тепла, поступившего в салон легкового автомобиля, но и от его объема, увеличение которого наряду с ростом количества теплопоступлений вызывает рост мощности, требуемой для работы установки «климат-контроль».

Установлено, что прирост расхода топлива легковым автомобилем при включении установки «климат-контроль» определяется увеличением доли отбора мощности автомобильного двигателя на работу данного вспомогательного оборудования, которая характеризуется отношением охлаждаемого объема салона легкового автомобиля к мощности автомобильного двигателя. Данную величину характеризует параметр удельной климатической мощности, определяющий долю мощности двигателя внутреннего сгорания, которая необходима для охлаждения единицы объема салона автомобиля.

Эффективная температура окружающего воздуха, цвет непрозрачных элементов кузова и разработанный параметр удельной климатической мощности (отношение объема салона легкового автомобиля к мощности его двигателя) влияют на расход топлива легковым автомобилем при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль», которая, в свою очередь, воздействует на количество удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Однако эффективная температура окружающего воздуха является неконтролируемым фактором, а коэффициент светоотражения непрозрачных элементов кузова – это управляемый входной показатель, который может быть достаточно просто изменен путем придания цвета, характеризующегося максимальным коэффициентом светоотражения. Таким образом, необходимо разработать способ снижения прироста расхода топлива легковым автомобилем при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль».

В эксперименте участвовали легковые автомобили трех марок: Ford, Toyota, Mitsubishi – и моделей, соответственно, Focus, Corolla и Lancer. Измерение коэффициента светоотражения производили с помощью тепловизора. Освещенность площадки оценивали с помощью люксметра. Эффективную температуру окружающего воздуха учитывали с помощью измерения трех факторов: температуры окружающего воздуха и влажности (психрометр Ассмана) и скорости ветра (анемометр Фусса). Температуру воздуха в салоне автомобиля измеряли с помощью ртутного и цифрового термометров. Измерение расхода топлива выполняли с помощью адаптера ВТ-ЕСU CAN, который был подключен к диагностическому разъему автомобиля и портативному компьютеру с установленной программой Check-Engine. Для контроля объемного содержания вредных веществ в отработавших газах двигателей использовали газоанализатор ГИАМ-29М-1. Полученные объемные концентрации пересчитывались в удельные выбросы CO и CH.

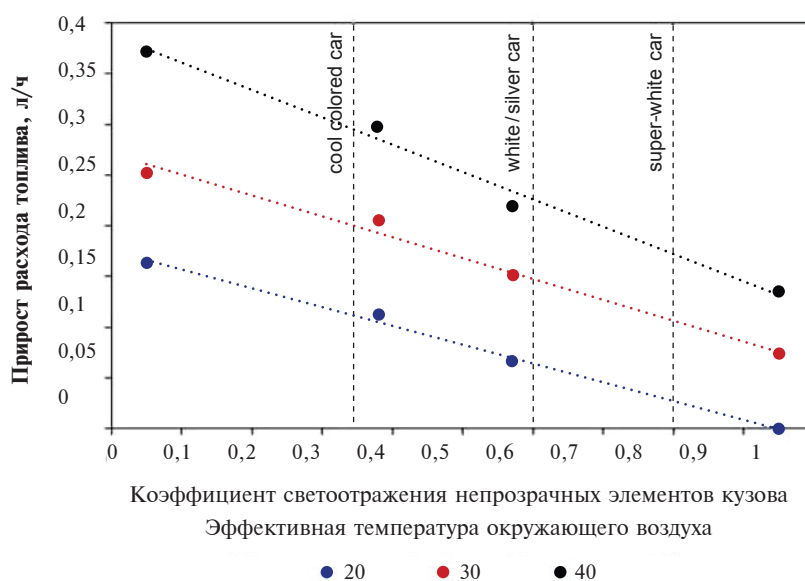
Легковые автомобили, участвовавшие в эксперименте, представляли собой ряд, состоящий из пар автомобилей (черного, серебристого, серого и белого цветов), у одного из которых цвет крыши был исходным, а у другого данному элементу конструкции был придан белый цвет с помощью виниловой пленки. Первоначально определяли площадь непрозрачных элементов кузова, в частности крыши.

Затем на равномерно освещенной площадке, не имеющей затенений, были установлены транспортные средства для прогрева салона, приближенного к условиям эксплуатации.

Далее фиксировали максимальную температуру воздуха в салоне и включали установку «климат-контроль» для его охлаждения. Когда температура воздуха в салоне достигала установленного постоянного значения, фиксировали данную величину. При этом в ходе эксперимента также с помощью тепловизора измеряли коэффициенты светоотражения непрозрачных элементов кузова, а с помощью адаптера и портативного компьютера считывали расход топлива, при этом учитывалась температура охлаждающей жидкости, которая располагалась в рабочем диапазоне 80–100°С. Одновременно с измерением расхода топлива с помощью газоанализатора измеряли содержание диоксида углерода и углеводородов в отработавших газах.

### Результаты исследования

В результате анализа состояния вопроса выявлено, что расход топлива легковыми автомобилями при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль» зависит от эффективной температуры окружающего воздуха, мощности двигателя внутреннего сгорания, объема салона и цвета непрозрачных элементов кузова (коэффициент светоотражения). Из представленных управляемыми факторами являются только мощность автомобильного двигателя, объем салона и цвет непрозрачных элементов кузова, однако изменение первых двух факторов затруднено. Таким образом, одним из способов влияния на расход топлива легковым автомобилем при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль» является придание цвета, характеризующегося наибольшим коэффициентом светоотражения (белый цвет). Влияние коэффициента светоотражения непрозрачных элементов кузова на прирост расхода топлива автомобилем Ford Focus при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль» представлено на рис. 1.

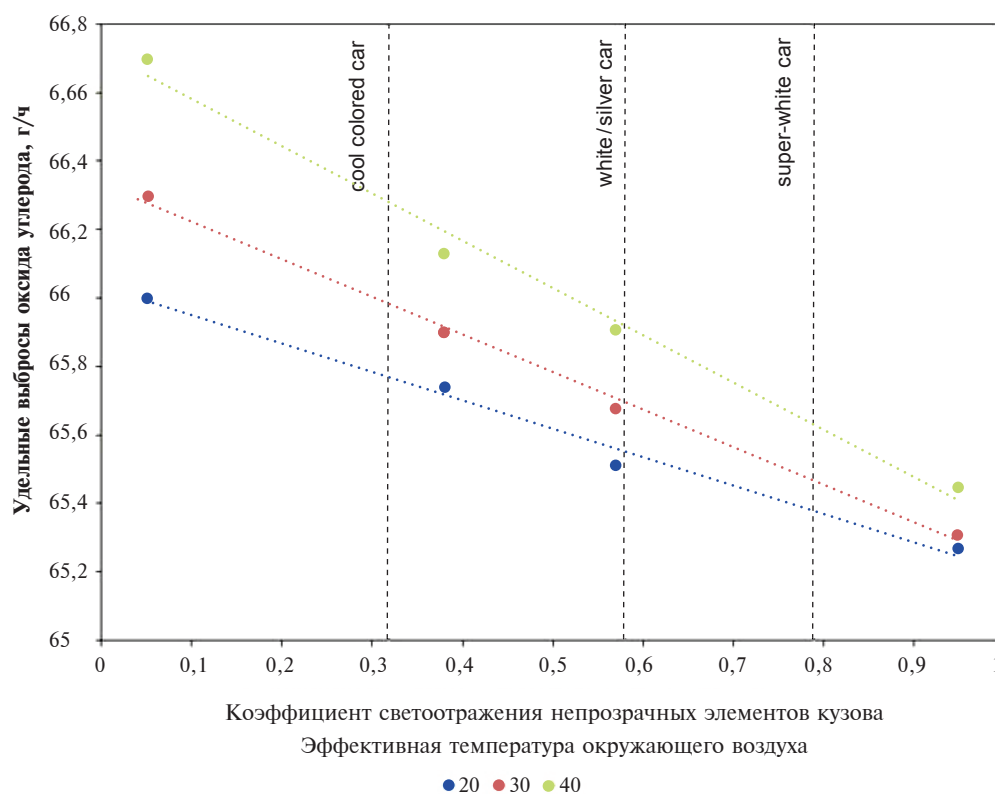


**Рис. 1. Влияние коэффициента светоотражения непрозрачных элементов кузова на прирост расхода топлива автомобилем Ford Focus при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль»**

Рост эффективной температуры окружающего воздуха вызывает увеличение расхода топлива легковым автомобилем при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль». Подобная зависимость наблюдается и при изменении цвета непрозрачных элементов кузова со светлого оттенка на темный, характеризующийся меньшим



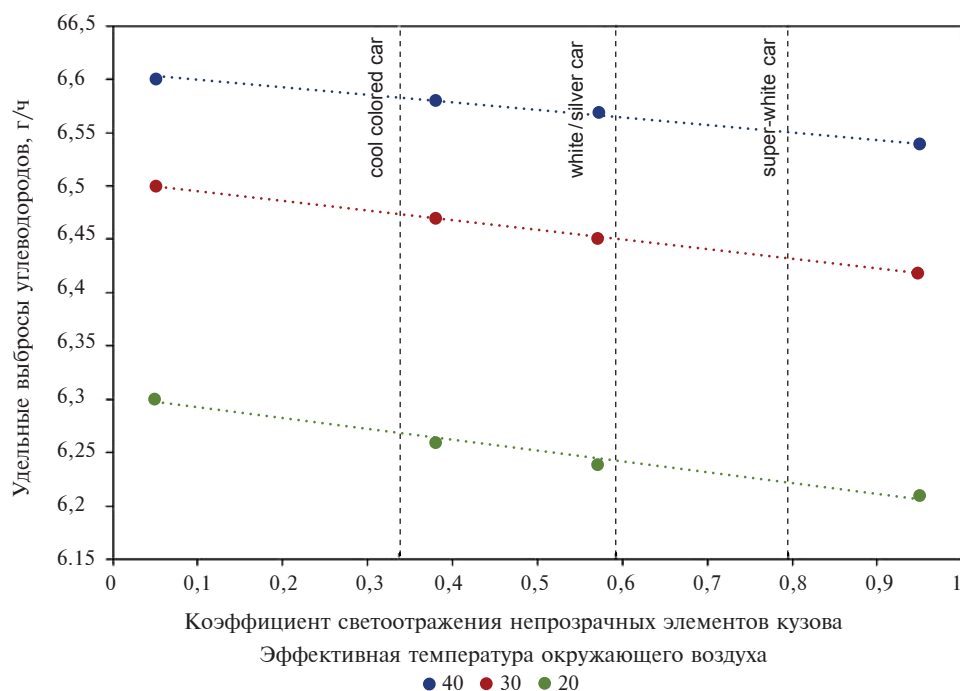
значением коэффициента светоотражения. Это обуславливает увеличение удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу, что представлено на рис. 2 и 3.



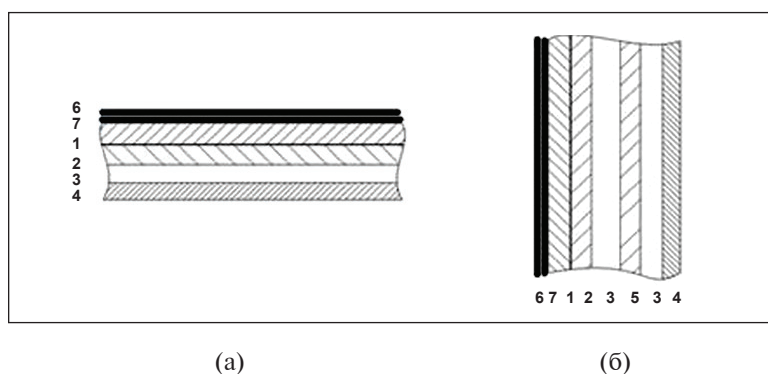
**Рис. 2. Зависимость снижения удельных выбросов оксида углерода с отработавшими газами легкового автомобиля при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль» от коэффициента светоотражения непрозрачных элементов кузова**

Увеличение коэффициента светоотражения приводит к снижению удельных выбросов оксида углерода и углеводородов с отработавшими газами. Таким образом, для снижения расхода топлива и удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами необходимо непрозрачные элементы кузова окрашивать в цвета, характеризующиеся высоким коэффициентом светоотражения. Однако на количество теплоты, поступающей в салон легкового автомобиля, также оказывает влияние внутреннее устройство непрозрачных элементов кузова. Структура расположения внутренних слоев непрозрачной стенки кузова представлена на рис. 4.

Представленная последовательность внутренних слоев позволила установить элементы, обладающие наибольшей теплопередачей. Так, дополнительные слои воздуха и пенополистирола, расположенные в дверях, способствуют снижению теплопоступления. А отсутствие дополнительных слоев внутри крыши обуславливает повышенное теплопоступление в салон легкового автомобиля через этот непрозрачный элемент кузова. При изучении особенностей теплопоступления в салон легкового автомобиля установлено, что площадь данного элемента конструкции легкового автомобиля составляет от 45 до 52%. Результаты измерений площади конструктивных элементов автомобилей представлены в табл. 1.



**Рис. 3. Зависимость снижения удельных выбросов углеводородов с отработавшими газами легкового автомобиля при простое и работе двигателя внутреннего сгорания и установки «климат-контроль» от коэффициента светоотражения непрозрачных элементов кузова**



**Рис. 4. Структура расположения внутренних слоев непрозрачной стенки кузова:**

а – крыша; б – двери

1 – сталь; 2 – шумо-, тепло-, виброизоляция; 3 – воздух; 4 – пластик;  
5 – пенополистирол; 6 – краска; 7 – грунт

Наибольшее количество теплоты поступает в салон через крышу вследствие особенностей ее внутреннего устройства, которое заключается в отсутствии двух дополнительных слоев (пенополистирола и воздушной прослойки) в сравнении с конструктивным устройством дверей, в большой площади, и перпендикулярного расположении относительно потоков солнечного излучения в самое теплое время суток (с 10:00 до 16:00). Таким образом, сниже-

ния расхода топлива и удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами легкового автомобиля при использовании установки «климат-контроль» можно достичь путем придания белого цвета крыше легкового автомобиля.

Для подтверждения выдвинутого предположения первоначально был выполнен расчет количества теплоты, поступающей в салон легкового автомобиля, через крышу, окрашенную в различные цвета. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 1

**Площадь конструктивных элементов автомобилей, м<sup>2</sup>**

Конструктивный элемент	Наименование автомобиля		
	Ford Focus	Mitsubishi Lancer	Toyota Corolla
Крыша	1,69	1,66	1,56
Двери	1,50	1,57	1,70
Непрозрачные элементы кузова	3,19	3,23	3,26

Таблица 2

**Количество теплоты, поступающей в салон автомобиля, при температуре окружающего воздуха 30 °С и температуре в салоне автомобиля 24 °С (за счет теплопередачи и теплового излучения)**

Наименование автомобиля	Площадь крыши, м <sup>2</sup>	Количество теплоты, поступающей в салон легкового автомобиля, кВт/день			
		Белый (ρ = 0,95)	Серебристый (ρ = 0,57)	Серебристо-серый (ρ = 0,38)	Черный (ρ = 0,05)
Ford Focus	1,69	0,51	3,41	6,04	7,39
Toyota Corolla	1,56	0,48	3,16	5,59	6,83
Mitsubishi Lancer	1,66	0,51	3,36	5,94	7,26

В результате анализа полученных данных установлено, что крыша легкового автомобиля, оснащенного установкой «климат-контроль», должна иметь белый цвет для снижения расхода топлива и количества удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами. В ходе экспериментальных исследований получены результаты, свидетельствующие о подтверждении целесообразности внедрения разработанного способа. Экспериментальные данные о влиянии белого цвета крыши на изменение расхода топлива и количество удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами представлены на рис. 5 и 6.

Применение разработанного способа позволило снизить расход топлива легковым автомобилем при использовании установки «климат-контроль» на 5,5–10,3 %. Придание белого цвета крыше серебристого автомобиля привело к достижению расхода топлива, соответствующего значению белого автомобиля.

Снижение расхода топлива легковым автомобилем при внедрении разработанного способа позволило снизить количество удельных выбросов оксида углерода на 0,37–1,13 % и углеводородов на 0,47–1,08 % с отработавшими газами.

Таким образом, придание белого цвета крыше транспортного средства позволит снизить расход топлива легковым автомобилем на 5,5–10,3 % и уменьшить суммарное количество удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами на 0,8–2,3 %.



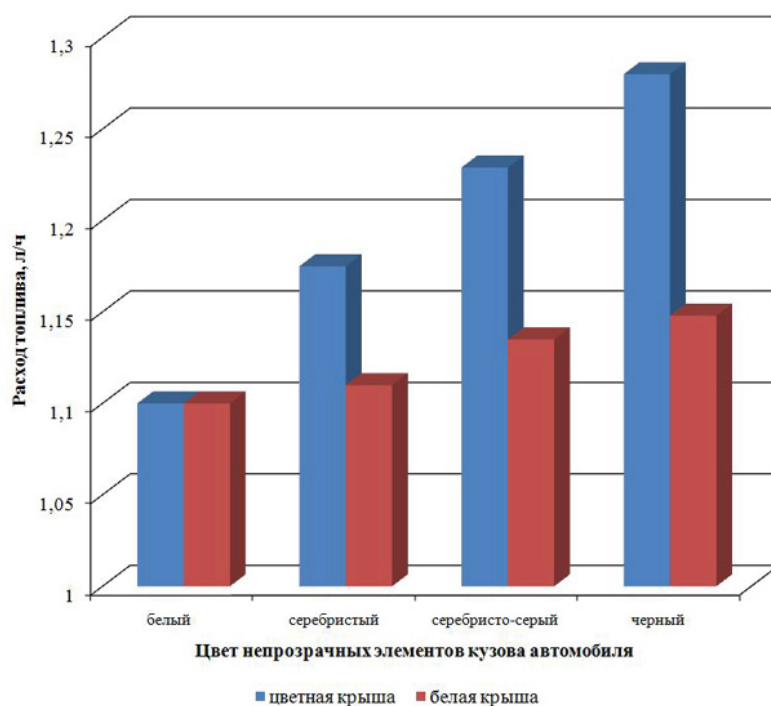


Рис. 5. Изменение расхода топлива легковым автомобилем, оснащенным установкой «климат-контроль», при внедрении разработанного способа

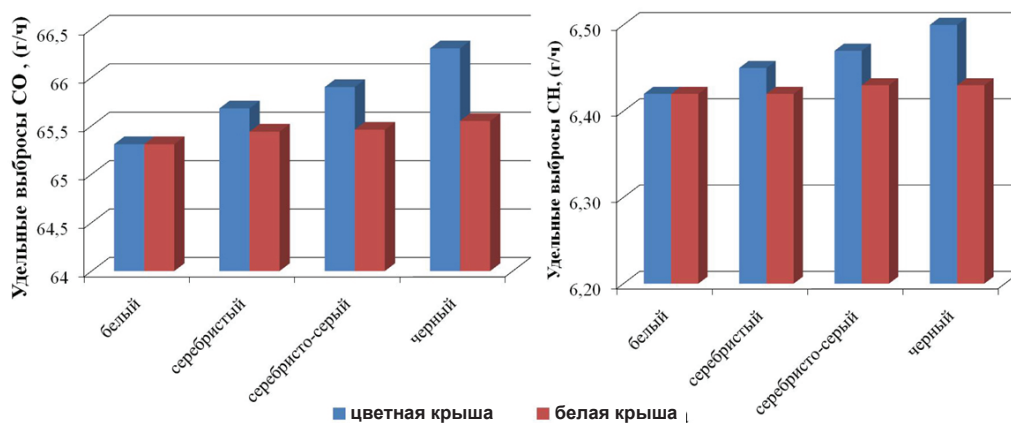


Рис. 6. Снижение удельных выбросов оксида углерода и углеводородов с отработавшими газами легковых автомобилей, оснащенных установкой «климат-контроль»

### Заключение

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при изменении цвета непрозрачных элементов кузова от светлого к темному (снижение коэффициента светоотражения) происходит рост расхода топлива и концентрации оксида углерода и углеводородов в отработавших газах легковых автомобилей при использовании установки «климат-контроль».

Проанализированы площадь непрозрачных элементов кузова и их внутреннее устройство. Это позволило выявить, что наибольшее количество теплоты поступает в салон через крышу вследствие особенностей ее внутреннего устройства, которое заключается в отсутствии двух дополнительных слоев (пенополистирола и воздушной прослойки) в сравнении с конструктивным устройством дверей, а также вследствие большой площади и перпендикулярного расположения относительно потоков солнечного излучения в самое теплое время суток (с 10:00 до 16:00). На основании результатов предварительного этапа эксперимента разработан способ снижения расхода топлива легковым автомобилем при использовании установки «климат-контроль». Он заключается в придании белого цвета крыше транспортного средства.

По полученным результатам эксперимента установлено, что применение разработанного способа позволяет снизить расход топлива легковым автомобилем на 5,5–10,3 % и снизить суммарное количество удельных выбросов вредных веществ с отработавшими газами на 0,8–2,3 %.

*Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания № 075-00938-19-02.*

### **Список литературы**

1. Буракова Л.Н., Черменина Е.А., Анисимов И.А. Температура воздуха в салоне автомобиля и ее влияние на безопасность дорожного движения // Организация и безопасность дорожного движения: мат-лы VI Всерос. науч-практ. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. С. 24–28.
2. Буракова Л.Н. Влияние работы вспомогательного оборудования автомобиля на расход топлива на холостом ходу // Новые технологии – нефтегазовому региону: мат-лы всерос. науч-практ. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. С. 192–194.
3. Буракова Л.Н., Черменина Е.А., Анисимов И.А. Влияние различных факторов на расход топлива автомобиля при работе на режиме холостого хода // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России: мат-лы междунар. науч-практ. конф., 18–19 октября 2012. Омск: СибАДИ, 2012. С. 24–27.
4. Ерохов В.И. Экономичная эксплуатация автомобиля. М.: ДОСААФ, 1986. 128 с.
5. Маняшин С.А. Моделирование расхода топлива автомобилями на базе ездового цикла в низкотемпературных условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2013. 172 с.
6. Матюхин Л.М. Теплотехнические устройства автомобилей. М.: МАДИ, 2009. 89 с.
7. Палутин Ю.И. Методические основы совершенствования параметров воздушной среды салонов автомобилей: дис. ... канд. техн. наук. Н. Новгород, 1997. 327 с.
8. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. М.: Транспорт, 1989. 128 с.
9. Шелякин А.С. Влияние зимних условий эксплуатации на температурный режим воздуха в салоне легковых автомобилей: дис. ... канд. техн. наук. Тюмень, 2000. 197 с.
10. Anisimov I., Magaril E., Magaril R., Chikishev E., Chainikov D., Gavaev A., Ertman S., Ertman Yu., and Ivanov A. 2016 Improving vehicle adaptability to the operating conditions of «smart» cities in the northern regions E3S Web of Conf. Rev. 6 02003.

### **References**

1. Burakova L.N., Chermenina E.A., Anisimov I.A. (2013) *Temperatura vozdukha v salone avtomobilya i ee vliyanie na bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya* [Air temperature inside the car and its impact on road safety organization and road safety] *Mat-ly VI Vseros. nauch-prakt. konf. TyumGNGU* [Materials of the VI All-Russia scientific and practical conf. TSOGU]. Tyumen. P. 24–28.
2. Burakova L.N. (2012) *Vliyanie raboty vspomogatel'nogo oborudovaniya avtomobilya na raskhod topliva na kholostom khodu* [Influence of work of auxiliary equipment of a car on fuel consumption at idle] *Novye*

*tekhnologii – neftegazovomu regionu: mat-ly vseros. nauch-prakt. konf. TyumGNG* [New technologies for the oil and gas region. Materials of the VI All-Russia scientific and practical conf. TSOGU]. Tyumen. P. 192–194.

3. Burakova L.N. (2012) *Vliyanie razlichnykh faktorov na raskhod topliva avtomobilya pri rabote na rezhime kholostogo khoda* [The influence of various factors on the fuel consumption of a vehicle when operating at idle. Ed. L.N. Burakova, E.A. Chermenina, I.A. Anisimov] *Orientirovannyye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya – osnova modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnogo kompleksov Rossii: mat-ly mezhdunar. nauch-prakt. konf., 18–19 oktyabrya 2012. SibADI* [Oriented fundamental and applied research is the basis for the modernization and innovative development of the architectural, construction and road-transport complexes of Russia. Materials of international scientific and practical conf. October 18–19. SibADI]. Omsk. P. 24–27.

4. Erokhov V.I. (1986) *Ekonomichnaya ekspluatatsiya avtomobilya* [Economical operation of the car] *DOSAAF* [DOSAAF]. Moscow. P. 128.

5. Manyashin S.A. (2013) *Modelirovanie raskhoda topliva avtomobilyami na baze ezdovogo tsikla v nizkotemperaturnykh usloviyakh ekspluatatsii* [Orenburg Modeling of fuel consumption by cars on the basis of a driving cycle in low-temperature operating conditions] *Dis. kand. tekhn. nauk* [Thesis Ph.D.]. Orenburg. P. 172.

6. Matyukhin L.M. (2009) *Teplotekhnicheskie ustroystva avtomobiley* [Thermal devices of automobiles] *MADI* [MADI]. Moscow. P. 89.

7. Palutin Yu.I. (1997) *Metodicheskie osnovy sovershenstvovaniya parametrov vozduшной среды salonov avtomobiley* [Methodical basis for improving the parameters of the air environment of the car] *Dis. kand. tekhn. nauk* [Thesis Ph.D.]. Nizhny Novgorod. P. 327.

8. Reznik L.G. (1989) *Effektivnost' ispol'zovaniya avtomobiley v razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii* [The effectiveness of the use of vehicles in various operating conditions. Ed. L.G. Reznik, G.M. Romalis, S.T. Charkov] *Transport* [Transport]. Moscow. P. 128.

9. Shelyakin A.S. (2000) *Vliyanie zimnikh usloviy ekspluatatsii na temperaturnyy rezhim vozdukha v salone legkovykh avtomobiley* [Effect of winter operating conditions on the temperature of the air in the passenger compartment] *Dis. kand. tekhn. nauk* [Thesis Doctor of Engineering]. Tyumen. P. 197.

10. Anisimov I., Magaril E., Magaril R., Chikishev E., Chainikov D., Gavaev A., Ertman S., Ertman Yu., and Ivanov A. (2016) Improving vehicle adaptability to the operating conditions of «smart» cities in the northern regions E3S Web of Conf. Rev. 6 02003.