

ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССОВ А, В И С

д.т.н. **Кравец В.Н.**, д.т.н. **Мусарский Р.А.**, **Волков С.А.**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
vnkravets@yandex.ru, musarsky@list.ru

Объектом исследования являются легковые автомобили классов А, В и С по европейской классификации, изготовленные в 2010 – 2015 гг. на более чем 80 предприятиях во всех автомобильных странах мира.

Цель исследования заключается в установлении зависимостей снаряженной и полной масс легковых автомобилей от их главного классификационного параметра – габаритной длины.

Новизна работы состоит в том, что были исследованы модели современных легковых автомобилей, тогда как аналогичные исследования выполнены на автомобилях, освоенных в производстве в начале XXI в., большинство из которых к настоящему времени сняты с производства.

Выполненная работа актуальна, так как ее результаты позволяют научно обоснованно выбирать при проектировании важнейшие конструктивные параметры легковых автомобилей снаряженную и полную массы.

На основании статистической обработки исходных данных были получены аналитические и графические зависимости снаряженной и полной масс автомобилей от их габаритной длины в каждом классе и, кроме того, в самом большом классе С. Эти зависимости установлены отдельно для автомобилей с кузовами седан, хетчбек, купе и кабриолет. Всего проанализировано 289 моделей автомобилей. Большой объем исследованных моделей позволил получить статистически достоверные результаты. В статье показано, что с погрешностью от 7,5% до 14,4% зависимости между массами и габаритной длиной автомобилей всех исследованных классов могут быть аппроксимированы полиномами второго порядка. Результаты исследования рекомендуется использовать в проектно-конструкторских и научно-исследовательских организациях автомобильных концернов для обоснованного выбора проектируемых параметров проектируемых легковых автомобилей.

Ключевые слова: легковой автомобиль, снаряженная и полная массы автомобиля, габаритная длина автомобиля, класс легкового автомобиля.

Введение

В европейской классификации легковых автомобилей в качестве главного параметра принята их габаритная длина [1, 2]. В зависимости от габаритной длины при проектировании легковых автомобилей выбирают многие конструктивные параметры, в том числе важнейшие из них – снаряженную и полную массы.

Цель исследования заключается в установлении зависимостей снаряженной и полной масс легковых автомобилей от их главного классификационного параметра – габаритной длины.

В работе [3] приведены зависимости полной и снаряженной масс легковых автомобилей всех основных классов от их габаритной длины, которые были получены статистическим анализом параметров моделей, предлагавшихся к продаже в 2002 г. Однако за время, прошедшее после публикации названной работы, появилось следующее поколение легковых автомобилей, анализ параметров которых представляет несомненный интерес для автопроизводителей.

Объект и методика исследования

Авторы статьи выполнили исследование параметров легковых автомобилей, выпущенных с 2010 г. по 2015 г. ведущими мировыми производителями [4–11]. Всего было проанализировано 291 марки легковых автомобилей, сошедших с конвейеров, около 80 производителей в странах ЕС, США, Японии, Китая, Южной Кореи, России и др.

Применен метод аппроксимации статистических данных зависимостей масс автомобилей от их габаритной длины.

Результаты исследований и их обсуждение

1. Автомобили особо малого класса (класса А)

Габаритная длина автомобилей особо малого класса не более 3,6 м. Всего проанализировано 33 модели. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$m_0 = -519 * L^2 + 3359,3 * L - 4488,3;$$

$$m_a = 381,1 * L^2 - 2310,4 * L + 4690,9,$$

погрешность аппроксимации которых равна 10,8% и 7,6% соответственно.

Результаты статистической обработки представлены на рис. 1а и 1б, на которых кружками показаны параметры отдельных моделей автомобилей, а сплошными линиями – аппроксимирующие полиномы. Из рисунков следует, что большая часть моделей автомобилей данного класса имеет габаритные длины от 3,4 м до 3,6 м. Однако несколько автомобилей этого класса имеют меньшую длину. Среди них автомобиль марки Renault Twizy купе имеет длину 2,337 м, Smart Fortwo хб. 3 дв 1,0 – 2,695 м,

Scion iQ хб. 3 дв 1,3 – 2,985 м, Aston Martin Cygnet 1,3 – 3,078 м.

2. Автомобили малого класса (класса В)

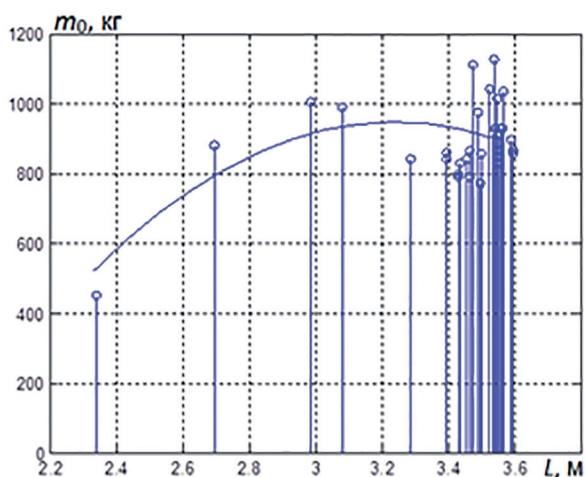
Габаритная длина автомобилей малого класса от 3,6 м до 3,9 м. Всего проанализировано 42 модели. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$m_0 = -4081 * L^2 + 31111 * L - 58228;$$

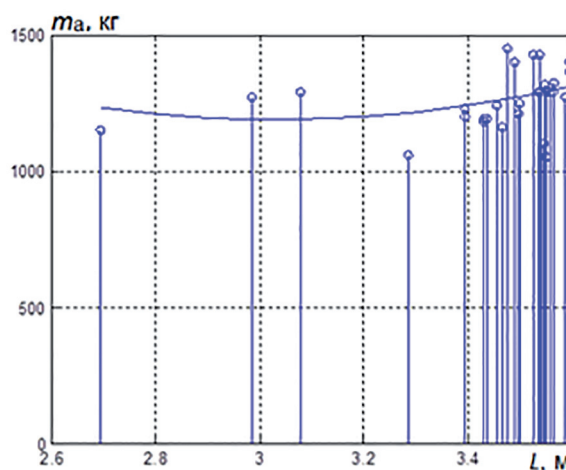
$$m_a = -2321 * L^2 + 17923 * L - 33141,$$

погрешность аппроксимации которых равна 11,7% и 8,4% соответственно.

Результаты статистической обработки представлены на рис. 2а и 2б.



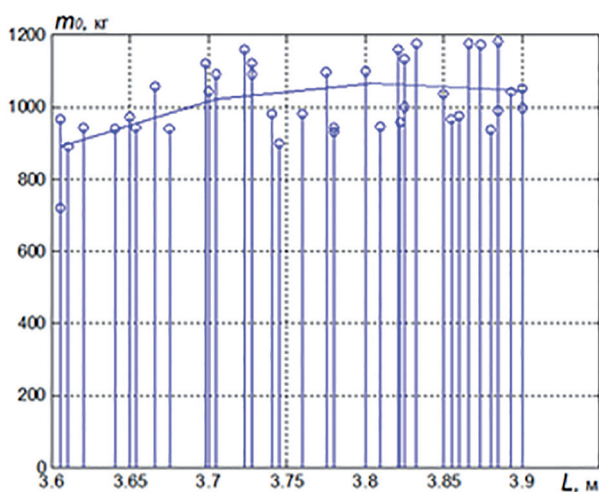
а



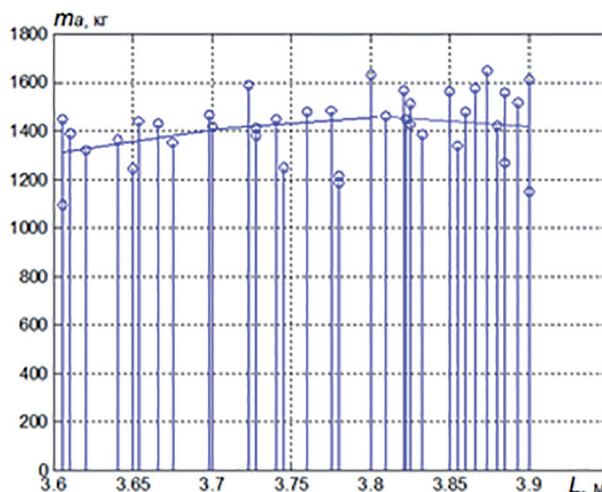
б

Рис. 1. Зависимости от габаритной длины масс легковых автомобилей особо малого класса:

а) снаряженной, б) полной



а



б

Рис. 2. Зависимости от габаритной длины масс легковых автомобилей малого класса:

а) снаряженной, б) полной

3. Автомобили среднего класса (класса С)

Габаритная длина автомобилей среднего класса от 3,9 м до 4,4 м. Всего проанализировано 216 моделей. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$m_0 = 734 * L^2 - 5645 * L + 11971;$$

$$m_a = -2321 * L^2 + 17923 * L - 33141,$$

погрешность аппроксимации которых равна 12,2% и 9,0% соответственно.

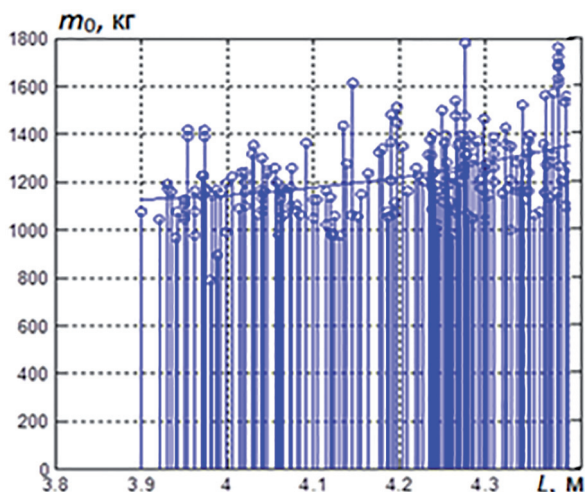
Результаты статистической обработки представлены на рис 3а и 3б. Несколько автомобилей среднего класса имеют повышенную снаря-

женную массу: Aston Martin V12(V8) Vantage Coupe 5,9 2000 кг, Mercedes-Benz SLK-Class AMG кабриолет 5,5 1910 кг, BMW 1 Series M купе 3,0 1900 кг, Nissan Z кабриолет 4,0 1885 кг, Audi TT RS купе 2,5 1850 кг.

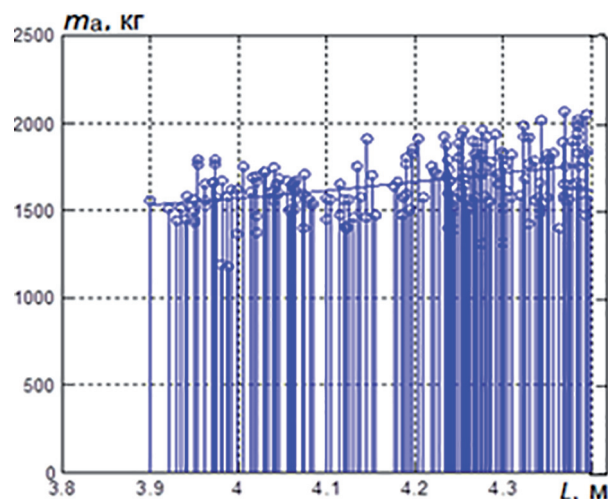
В наиболее представительном среднем классе был выполнен отдельный анализ автомобилей с тремя типами кузовов – седан, хэтчбек, купе и кабриолеты.

4. Автомобили среднего класса (класса С) – седаны

Всего проанализировано 40 моделей. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:



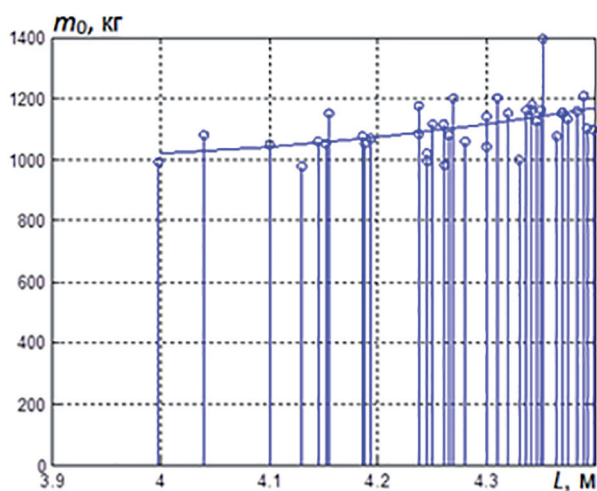
а



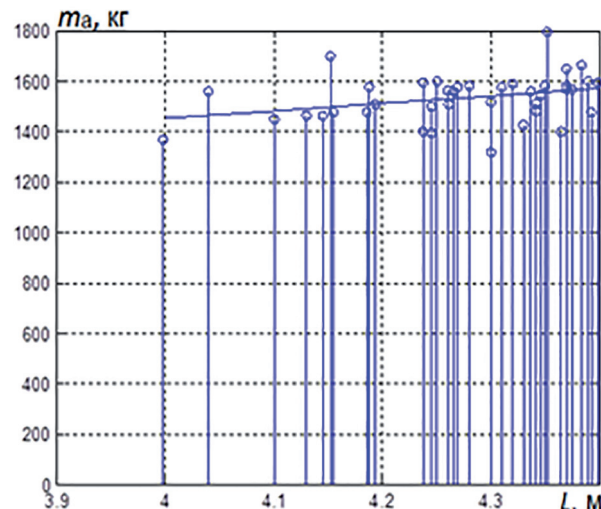
б

Рис. 3. Зависимости от габаритной длины масс автомобилей среднего класса:

а) снаряженной, б) полной



а



б

Рис. 4. Зависимости от габаритной длины масс седанов среднего класса:

а) снаряженной, б) полной

$$m_0 = 510,2 * L^2 - 3915,4 * L + 8519,2;$$

$$m_a = 59,2 * L^2 - 206,4 * L + 1331,2,$$

погрешность аппроксимации которых равна 6,0% и 8,0% соответственно.

Результаты статистической обработки представлены на рис 4а и 4б. Автомобиль Chevy M11 седан 1,6 имеет повышенную массу: его снаряженная масса равна 1395 кг, а полная – 1795 кг,

5. Автомобили среднего класса (класса С) – хетчбеки

Всего проанализировано 139 моделей. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от

габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$m_0 = 301,4 * L^2 - 2022,4 * L + 4415,4;$$

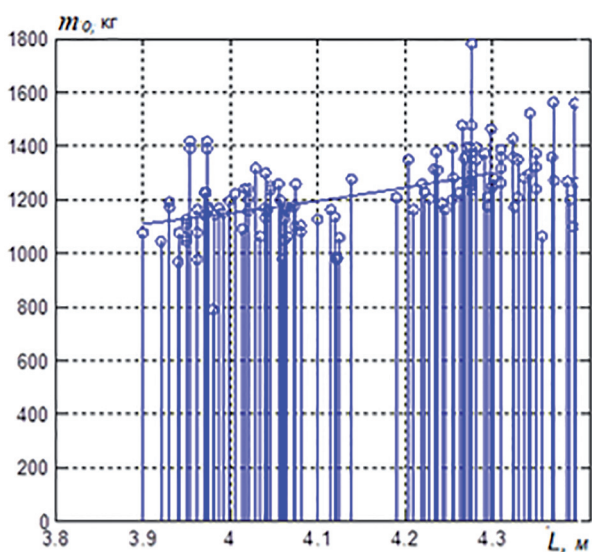
$$m_a = 604,5 * L^2 - 4358,6 * L + 9348,3,$$

погрешность аппроксимации которых равна 9,0% и 14,4% соответственно.

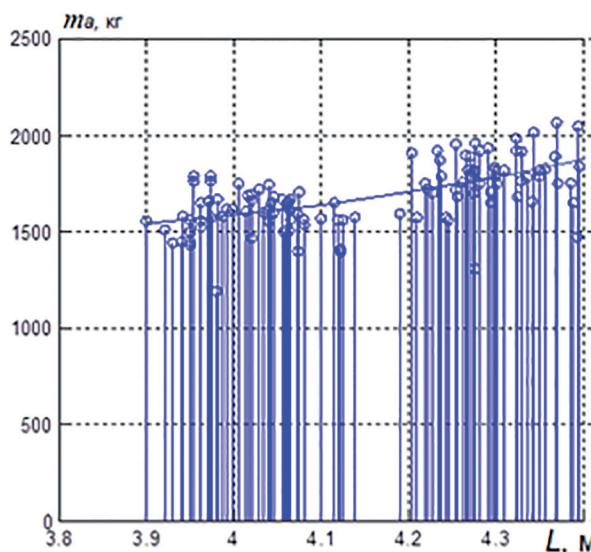
Результаты статистической обработки представлены на рис 5а и 5б.

6. Автомобили среднего класса (класса С) – купе и кабриолеты

Всего проанализировано 32 модели. Зависимости снаряженной m_0 и полной m_a масс от



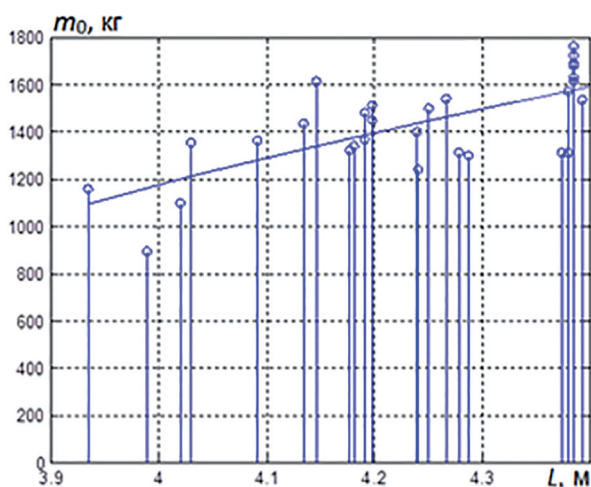
а



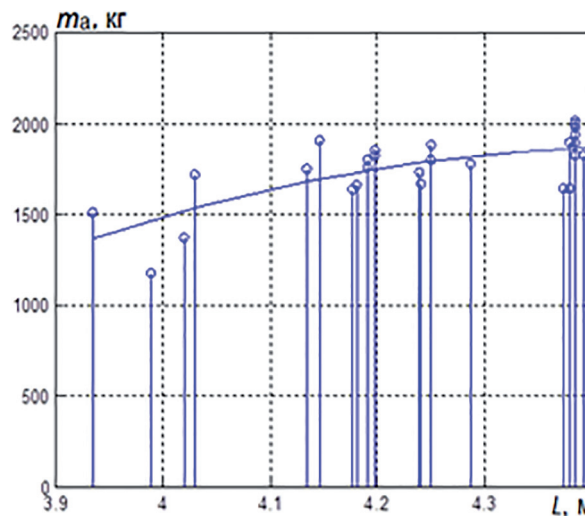
б

Рис. 5. Зависимости от габаритной длины масс хетчбеков среднего класса:

а) снаряженной, б) полной



а



б

Рис. 6. Зависимости от габаритной длины масс купе и кабриолетов среднего класса:

а) снаряженной, б) полной

габаритной длины L аппроксимированы полиномами второго порядка:

$$m_0 = -358,5 \cdot L^2 + 4052,4 \cdot L - 9299,5;$$

$$m_a = -1986 \cdot L^2 + 17627 \cdot L - 37249,$$

погрешность аппроксимации которых равна 9,8% и 7,5% соответственно.

Результаты статистической обработки представлены на рис. 6а и 6б. Автомобили: Mercedes-Benz SLK-Class AMG кабриолет 5,5 длиной 4,1 м, полной массой 1910 кг, снаряженной массой 1610 кг и Aston Martin V12 Vantage кабриолет 5,9 длиной 4,38 м, полной массой 1980 кг, снаряженной массой 1760 кг выделяются своими массами.

Выводы

Показано, что с погрешностью в пределах от 7,5 % до 14,4 %, зависимости между массой и габаритной длиной автомобилей классов А, В и С могут быть аппроксимированы полиномами второго порядка.

Результаты исследования рекомендуется использовать в проектно – конструкторских организациях автомобильных концернов для обоснованного выбора снаряженной и полной масс проектируемых легковых автомобилей.

Литература

1. Кравец В.Н., Хорычев А.А. Классификация транспортных средств: учеб. пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Н. Новгород, 2008. 96 с.
2. Кравец В.Н., Селифонов В.В. Теория автомобиля. М.: ООО «Гринлайт+», 2011. 884 с.
3. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. СПб: БХВ-Петербург, 2006. 478 с.
4. Характеристики автомобилей. Режим доступа: <http://www.autonet.ru> (Дата обращения 01.03.2016).
5. Автокаталог (справочник автомобилей). Режим доступа: <http://www.drivernotes.net> (Дата обращения 01.03.2016).
6. Технические характеристики автомобилей. Режим доступа: <http://www.avtomarket.ru> (Дата обращения 01.03.2016).
7. Новости автомира. Режим доступа: <http://www.avto-russia.ru> (Дата обращения 01.03.2016).
8. Каталог автомобилей. Режим доступа: <http://www.wroom.ru/cars> (Дата обращения 11.04.2016).
9. Поисковая система. Режим доступа: <http://www.nizhniynovgorod.carsguru.net> (Дата обращения 23.04.2016).
10. Энциклопедия автомобилей. Режим доступа: <http://www.autowp.ru/> (Дата обращения 06.05.2016).
11. Автомобильная социальная сеть. Режим доступа: <https://www.blamper.ru> (Дата обращения 18.05.2016).

References

1. Kravets V.N., Khorychev A.A. *Klassifikatsiya transportnykh sredstv* [Classification of vehicles]. NGTU im. R.E. Alekseeva Publ.. N. Novgorod, 2008. 96 p.
2. Kravets V.N., Selifonov V.V. *Teoriya avtomobilya* [Theory of automobile]. Moscow. ООО «Grinlayt+» Publ., 2011. 884 p.
3. Tarasik V.P. *Teoriya dvizheniya avtomobilya* [Theory of automobile movement]. SPb: BKhV-Peterburg Publ., 2006. 478 p.
4. Kharakteristiki avtomobiley. URL: <http://www.autonet.ru> (accessed 01.03.2016).
5. Avtokatalog (spravochnik avtomobiley). URL: <http://www.drivernotes.net> (accessed 01.03.2016).
6. Tekhnicheskie kharakteristiki avtomobiley. URL: <http://www.avtomarket.ru> (accessed 01.03.2016).
7. Novosti avtomira. URL: <http://www.avto-russia.ru> (accessed 01.03.2016).
8. Katalog avtomobiley. URL: <http://www.wroom.ru/cars> (accessed 11.04.2016).
9. Poiskovaya sistema. URL: <http://www.nizhniynovgorod.carsguru.net> (accessed 23.04.2016).
10. Entsiklopediya avtomobiley. URL: <http://www.autowp.ru/> (accessed 06.05.2016).
11. Avtomobil'naya sotsial'naya set'. URL: <https://www.blamper.ru> (accessed 18.05.2016).

THE CHOICE OF THE MAIN PARAMETERS OF VEHICLES OF CLASSES A, B AND C

Dr.Eng. **V.N. Kravets**, Dr.Eng. **R.A. Musarskiy**, **S.A. Volkov**
Nizhny Novgorod State Technical University
vnkravets@yandex.ru, musarskiy@list.ru

The object of the study are the vehicles of classes A, B and C on the European classification made in 2010 – 2015 in more than 80 enterprises in all automotive countries.

The purpose of the study is to establish the dependencies curb and total mass of automobiles the main classification parameter is the overall length.

The novelty of this work is that we studied a model of modern automobiles, while similar investigations were made on vehicles produced in the beginning of XXI century, most of which are now discontinued.

Completed work is relevant because its results scientifically allow to choose when designing critical design parameters of passenger automobiles the curb and total mass.

On the basis of statistical processing source data were obtained analytical and graphic dependences of curb and total mass of automobiles from their overall lengths in each class and, in addition, in the largest class C. These dependencies are set separately for sedan, hatchback, coupe and cabriolet automobiles. In total, were analyzed 289 automobile models. A large volume of the investigated models allowed to obtain statistically reliable results.

The article shows that the accuracy from 7.5% to 14.4% of the dependency between mass and overall length of vehicles of all studied classes can be approximated by polynomials of second order. The results of the study are recommended for use in design and research organizations of automotive companies for a reasonable choice of design parameters of the designed passenger cars.

Keywords: *passenger vehicle, curb and total mass of automobile, overall length of the vehicle, class of passenger vehicle.*