

УДК 629.113.01-585

В.Н. Кравец, Р.А. Мусарский, С.А. Волков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приведены результаты статистического анализа применения различных конструкций коробок передач на современных легковых автомобилях классов А, В, С, D, E, F и установлена зависимость между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел коробок передач с непосредственным и автоматическим управлением, которыми оснащают современные легковые автомобили.

Ключевые слова: легковой автомобиль, коробка передач с непосредственным управлением, коробка передач с автоматическим управлением, вариатор, количество ступеней коробки передач, диапазон передаточных чисел коробки передач.

При проектировании трансмиссии автомобиля возникает необходимость выбора количества ступеней коробки передач [1, 2]. На основании статистической обработки многих марок и моделей автомобилей отечественных и зарубежных производителей установлено, что количество ступеней коробки передач находится в прямой зависимости от диапазона её передаточных чисел [3, 4].

В работе [5] приведена методика определения количества ступеней коробок передач легковых автомобилей 80-х годов выпуска прошлого столетия. За прошедший с тех пор более чем 30-летний период прогресс автомобильной техники характеризовался созданием легковых автомобилей, отличающихся большим разнообразием конструкций трансмиссий. Современные легковые автомобили оснащают механическими ступенчатыми коробками передач с непосредственным (ручным) и автоматическим (роботизированным) управлением, бесступенчатыми передачами – вариаторами, комбинированными передачами, состоящими из гидротрннсформатора и ступенчатой коробки передач с автоматическим управлением [6]. Для каждого типа коробки передач необходимо иметь отдельную методику выбора количества ступеней.

Для систематизации большого количества разнообразных моделей легковых автомобилей были разработаны системы их классификации в СССР, ЕС, США, Японии. В настоящее время в Российской Федерации в законодательном порядке принята и действует европейская система классификации легковых автомобилей [1, 2, 7], в которой в качестве главного параметра принята их габаритная длина. По габаритной длине автомобили разделены на шесть классов А, В, С, D, E, F.

В связи с изложенным были сформулированы следующие цели исследования:

- 1) выявить варианты конструкций и установить процентное соотношение между объёмами их выпуска в каждом из шести классов легковых автомобилей;
- 2) установить связь между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел ступенчатых коробок передач с непосредственным и автоматическим управлением.

Авторы статьи выполнили обзор конструкций и параметров коробок передач, установленных на легковых автомобилях, произведённых и выпущенных в обращение с 2010 г. по 2015 г. ведущими мировыми производителями [8–15]. Всего было проанализировано 1343 конструкции коробок передач 291 модели легковых автомобилей, которые сошли с конвейеров около 80 производителей автомобильной техники в странах ЕС, США, Японии, Китае, Южной Кореи, России и др.

Все проанализированные модели легковых автомобилей были распределены по классам А, В, С, D, E, F. С использованием программы Microsoft Excel в каждом из шести классов были сформированы таблицы, включающие наименование легковых автомобилей, варианты

конструкций коробок передач, устанавливаемых на каждом из них, а для ступенчатых коробок передач – количество ступеней и передаточные числа всех ступеней.

При анализе все возможные варианты конструкций коробок передач были разделены на три типа:

1) механические коробки передач с непосредственным управлением и указанием количества ступеней прямого хода МКП4, МКП5, МКП6, МКП7;

2) коробки передач с автоматическим управлением, включающие гидромеханические передачи с указанием количества ступеней прямого хода: АКП4, АКП5, АКП6, АКП7, АКП8, АКП9;

3) вариаторы, представляющие бесступенчатые преобразователи крутящего момента и частоты вращения.

Для каждой конструкции ступенчатой коробки передач был подсчитан диапазон передаточных чисел

$$D_k = \frac{u_{k\max}}{u_{k\min}},$$

где $u_{k\max}$ и $u_{k\min}$ – максимальное и минимальное передаточные числа коробки передач соответственно.

Результаты исследования

1. Автомобили класса А (особо малого класса)

Всего проанализировано 47 конструкций коробок передач, устанавливаемых на 27 моделях легковых автомобилей класса А. Результаты статистической обработки представлены на рис. 1.

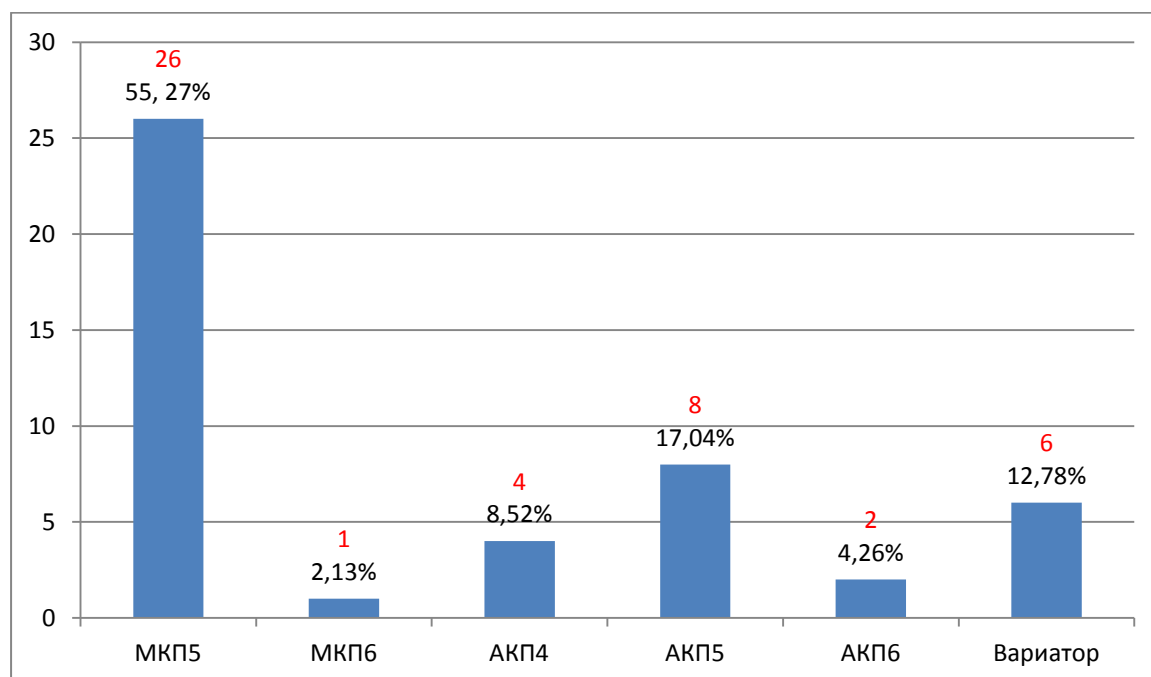


Рис. 1. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса А

Из рис. 1 следует, что наибольшее применение на легковых автомобилях особо малого класса находят пятиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением, наименьшее – такие же шестиступенчатые коробки. Обращает на себя внимание довольно частое применение вариаторов на автомобилях данного класса, доля которых составляет около 13%.

2. Автомобили класса В (малого класса)

Проанализировано 59 конструкций коробок передач, устанавливаемых на 42 моделях легковых автомобилей класса В. Результаты анализа приведены на рис. 2.

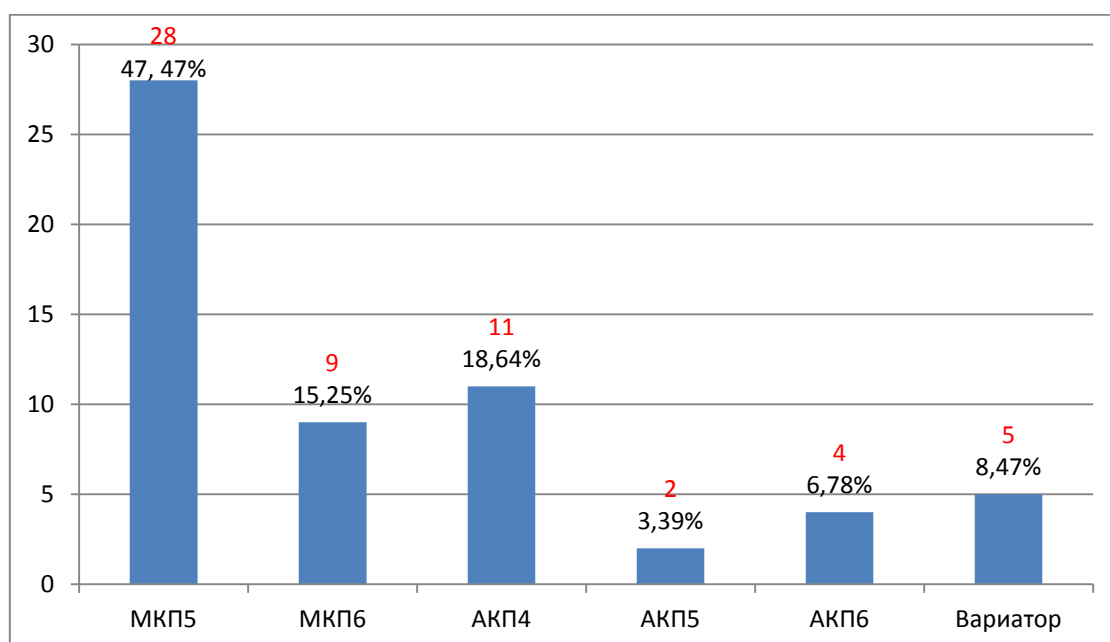


Рис. 2. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса В

Как видно из рис. 2, на легковых автомобилях малого класса больше всего применяются пятиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением – около 50%, затем четырёхступенчатые коробки передач с автоматическим управлением – около 20% и шестиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением – более 15% и меньше всего пятиступенчатые коробки передач с автоматическим управлением – около 3 %.

3. Автомобили класса С (среднего класса)

Предметом анализа стали 437 конструкций коробок передач, которые были установлены на 216 моделях легковых автомобилей класса С. Результаты статистической обработки представлены на рис. 3.

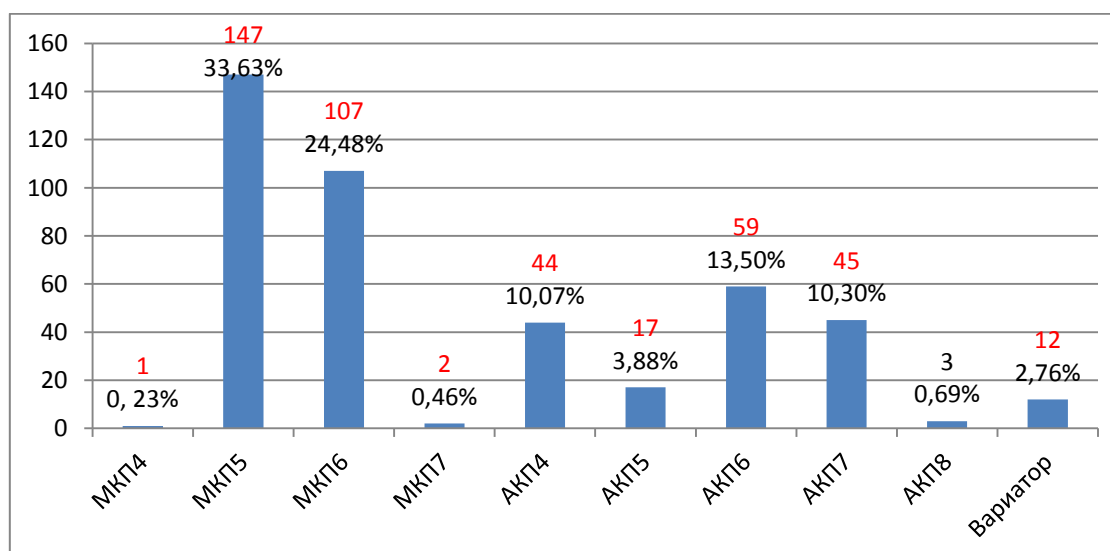


Рис. 3. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса С

Приведённые на рис. 3 данные свидетельствуют о том, что среди коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях среднего класса, более половины – пяти- и шестиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением (около 34 и 24% соответственно) и более 13% – шестиступенчатые автоматические коробки передач. Единичные образцы легковых

автомобилей оснащают четырёх- и семиступенчатыми коробками передач с непосредственным управлением, восьмиступенчатыми с автоматическим управлением, а также вариаторами.

4. Автомобили класса D (большого класса)

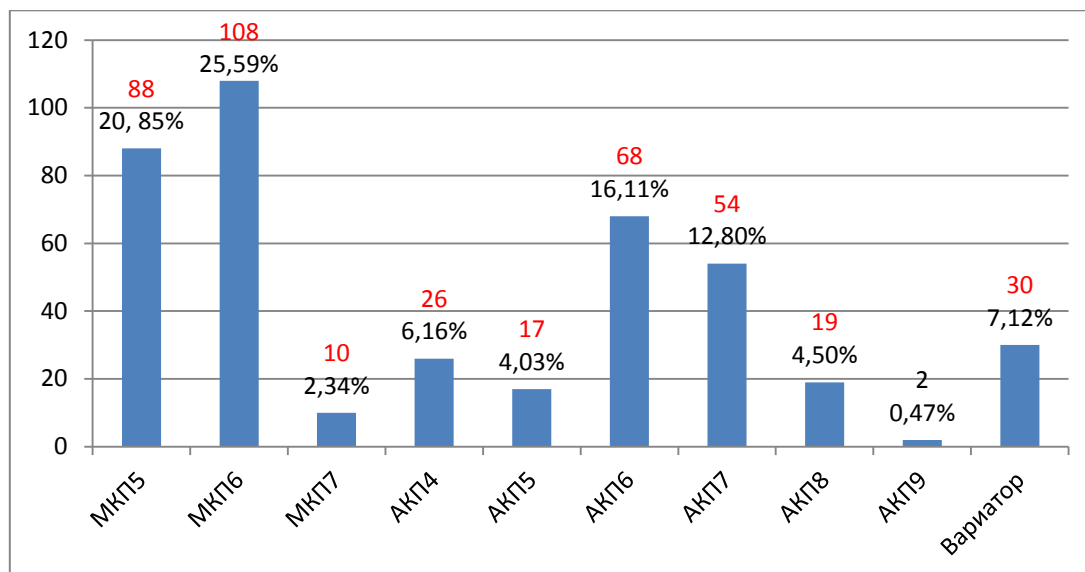


Рис. 4. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса D

Содержащиеся на рис. 4 данные позволяют сделать вывод о том, что на легковых автомобилях большого класса наибольшее применение нашли пяти- и шестиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением (более 25 и 20% соответственно), а также шести- и семиступенчатые коробки передач с автоматическим управлением (более 16 и 12% соответственно). На двух моделях устанавливают девятиступенчатые коробки передач с непосредственным управлением.

5. Автомобили класса E (бизнес-класса)

Выполнено исследование 237 конструкций коробок передач, нашедших применение на 119 моделях легковых автомобилей класса E. Результаты статистической обработки сведены на рис. 5.

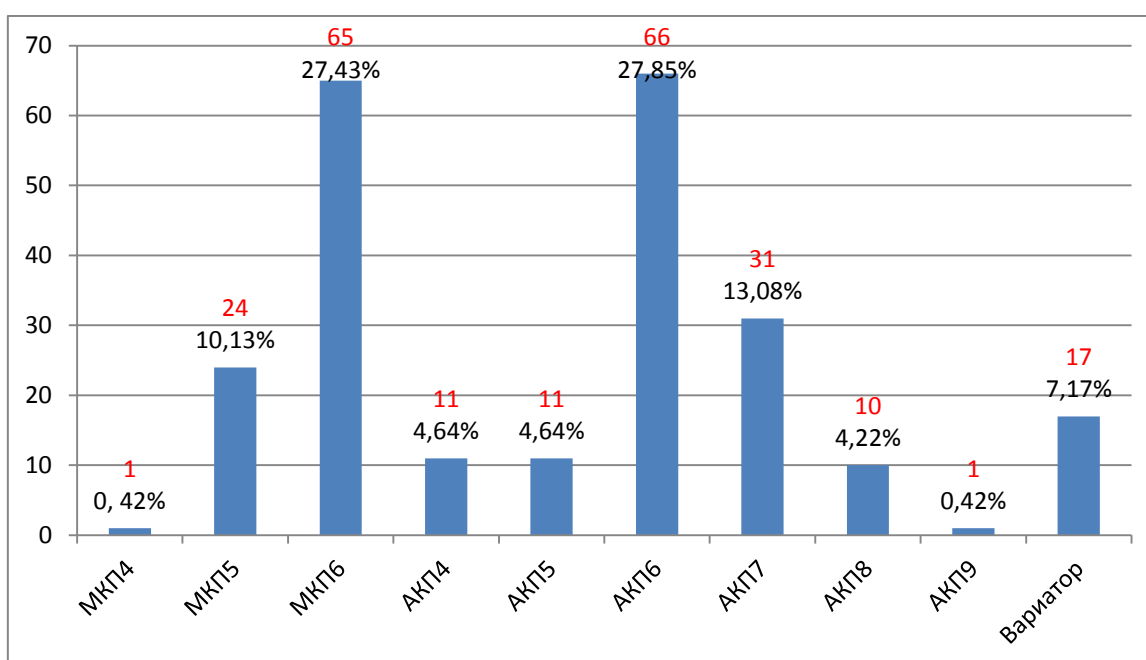


Рис. 5. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса E

Данные, приведённые на рис. 5, подтверждают, что большинство легковых автомобилей бизнес-класса оснащено тремя типами коробок передач: шестиступенчатыми с автоматическим и непосредственным управлением и семиступенчатыми с автоматическим управлением (27,85, 27,43 и 13,08% соответственно. Доля каждого из остальных типов коробок передач не превышает 10%.

6. Автомобили класса F (представительского класса)

Выполнен анализ 141 конструкции коробок передач, которыми были оснащены 95 моделей легковых автомобилей класса F. Результаты статистической обработки параметров коробок передач представлены на рис. 6.

Согласно данным рис. 6, конструкторы коробок передач, предназначенных для легковых автомобилей представительского класса, явное предпочтение отдали автоматическим коробкам передач с восемью, шестью и семью ступенями (более 28, 24 и около 20% соответственно). По одной модели автомобиля оснащены четырёхступенчатой коробкой передач с непосредственным управлением и девятиступенчатой с автоматическим управлением.

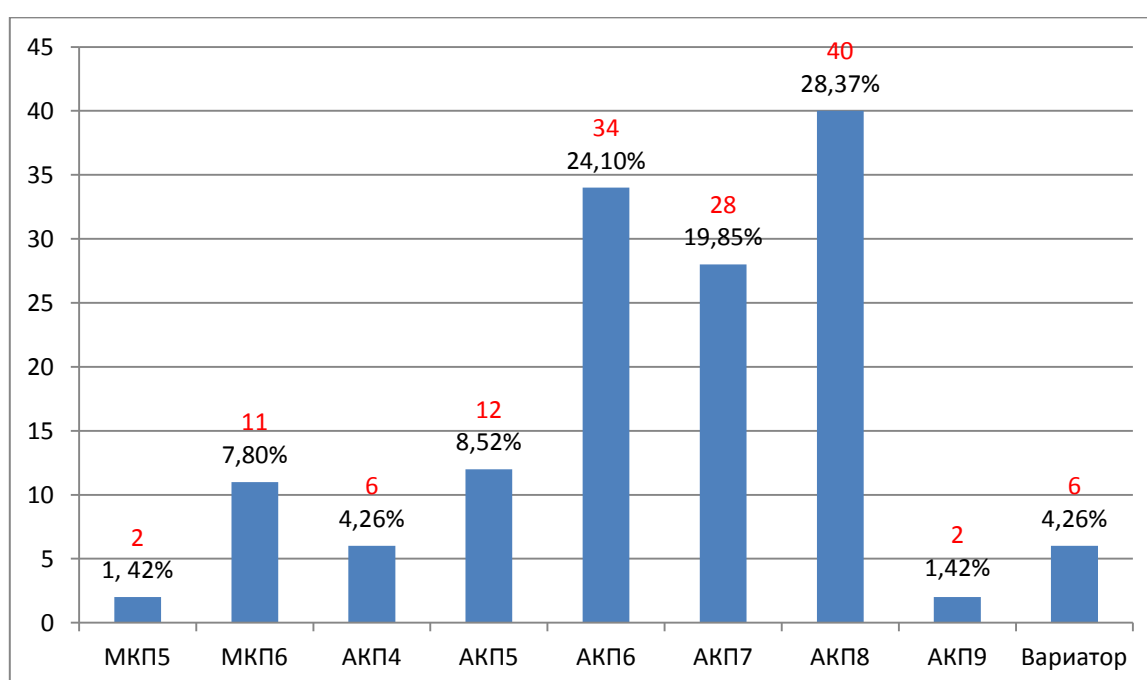


Рис. 6. Типы коробок передач, устанавливаемых на легковых автомобилях класса F

Из 1343 конструкций коробок передач, сведения о которых приведены на рис. 1–6, были отобраны 460 образцов ступенчатых коробок передач, принадлежащих всем шести классам, для которых, помимо количества ступеней, были рассчитаны диапазоны передаточных чисел. Отобранные образцы были разделены на два типа: с непосредственным (ручным) и автоматическим управлением. Для обоих типов коробок передач установлены зависимости между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Зависимость между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел коробок передач с непосредственным управлением

Количество ступеней	Диапазон передаточных чисел
4	3,922...4,105
5	3,181...5,724
6	3,292...6,453

Таблица 2

Зависимость между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел коробок передач с автоматическим управлением

Количество ступеней	Диапазон передаточных чисел
4	2,784...4,171
5	3,528...5,609
6	3,759...6,816
7	3,660...7,991
8	6,592...7,045

Выводы

1. На легковых автомобилях классов А и В устанавливают шесть типов, классов С, D, E и F – 9–10 типов коробок передач. По мере перехода к более высоким классам легковых автомобилей количество устанавливаемых на них типов коробок передач возрастает.

2. На легковых автомобилях классов А, В и С наибольшее применение нашли механические коробки передач с непосредственным управлением, классов E и F – коробки передач с автоматическим управлением. В классе D оба типа коробок передач применяют примерно поровну. Вариаторы устанавливают на легковых автомобилях всех шести классов, причём их доля составляет от 3% в среднем классе до 13% в особо малом классе.

3. С переходом к более высоким классам легковых автомобилей количество ступеней увеличивается с четырёх до семи в коробках передач с непосредственным управлением, с четырёх до девяти в коробках передач с автоматическим управлением.

4. С увеличением количества ступеней верхний предел диапазона передаточных чисел возрастает как у коробок передач с непосредственным, так и с автоматическим управлением. Исключение составляют восьмиступенчатые коробки передач с автоматическим управлением.

5. Результаты исследования рекомендуется использовать в проектно-конструкторских организациях автомобильных предприятий для обоснованного выбора типов конструкций коробок передач и количества ступеней ступенчатых коробок передач для проектируемых легковых автомобилей.

Библиографический список

1. **Тарасик, В.П.** Теория движения автомобиля: учеб. для вузов / В.П. Тарасик. – СПб: БХВ – Перербург, 2006. – 478 с.
2. **Кравец, В.Н.** Теория автомобиля: учеб. для вузов / В.Н. Кравец, В.В. Селифонов. – М.: Гринлайт+, 2011. – 884 с.
3. **Гришкевич, А.И.** Автомобили: теория: учеб. для вузов / А.И. Гришкевич. – Мн.: Вышэйш. шк., 1986. – 208 с.
4. **Литвинов, А.С.** Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: учеб. для вузов по специальности «Автомобили и автомобил. хоз-во. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
5. Проектирование трансмиссий автомобилей: справ. / А.И. Гришкевич [и др.]; под общ. ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1984. – 268 с.
6. Основы конструкции современного автомобиля: учеб. пособие для вузов / А.М. Иванов [и др.]. – М.: За рулём, 2012. – 336 с.
7. **Кравец, В.Н.** Классификация транспортных средств: учеб. пособие / В.Н. Кравец, А.А. Хорычев. – Н. Новгород: НГТУ им Р.Е. Алексеева, 2008. – 96 с.
8. Характеристики автомобилей. [Электронный ресурс] URL: <http://www.autonet.ru>
9. Автокаталог (справочник автомобилей). [Электронный ресурс] URL: <http://www.drivernotes.net>
10. Технические характеристики автомобилей. [Электронный ресурс] URL: <http://www.avtomarket.ru>
11. Новости автомира. [Электронный ресурс] URL: <http://www.avnjrussia.ru>.

12. Каталог автомобилей. [Электронный ресурс] URL: <http://www.wroom.ru/cars>
13. Поисковая система. [Электронный ресурс] URL: <http://www.nizhniynovgorod/carsguru.net>
14. Энциклопедия автомобилей. [Электронный ресурс] URL: <http://www.autowp.ru>
15. Автомобильная социальная сеть. [Электронный ресурс] URL: <http://www.beamper.ru>

*Дата поступления
в редакцию 09.01.2018*

V.N. Kravets, R.A Musarsky, S.A. Volkov

DEFINITION OF THE GEARBOXES PARAMETERS OF MODERN CARS

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alekseev

Purpose: The purpose of the study was to identify design options and to establish the ratio of the volumes of cars in each of the six class's vehicles under investigation and the ratio between the number of stages and the range of transmission.

Design/methodology/approach: A theoretical framework is proposed based on the result of statistical analysis of the application of various gearbox designs on modern passenger cars of classes A, B, C, D, T, F.

Findings: The results of the study can be used in the design and engineering organizations of automobile enterprises for an informed choice of the types of gearbox designs and the number of stages of stepped gearboxes for the designed passenger cars.

Research limitations/implications: The results of the study are recommended to be used in the design organizations of automobile enterprises for an informed choice of the types of gearbox designs and the number of stages of stepped gearboxes for the designed passenger cars.

Originality/value: The study of models of cars produced in 2010-2015, while in published sources, there are data on cars produced in the 80-ies of the 19th century.

Key words: passenger car, gearbox with direct control, gearbox with automatic control, variator, number of steps of gearbox, range of gear transmission numbers.