

УДК 681

**Алексей Петрович Павлов**, канд. техн. наук, доц.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, 89037628407@mail.ru

**Надежда Викторовна Золотуева**, магистрант,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, nadi.zolot@gmail.com

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА, РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Аннотация.** Выявлены основные факторы, влияющие на снижение работоспособного состояния автомобиля. Построена диаграмма Ишикавы с учетом классификации этих факторов по основным группам. Представлена качественная оценка уровня значимости рассмотренных факторов и определено основное направление развития работы для обеспечения сравнительной количественной оценки предложенных к рассмотрению факторов, воздействующих на снижение надежности автомобилей в течение всего его жизненного цикла.

**Ключевые слова:** надежность, работоспособность, качество, диаграмма Ишикавы, факторы, квалиметрия, сравнительная оценка, эксплуатация, автомобили.

**Aleksej P. Pavlov**, Ph. D., associate professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 89037628407@mail.ru

**Nadezhda V. Zolotueva**, undergraduate,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, nadi.zolot@gmail.com

## **STUDY OF FACTORS AFFECTING THE TECHNICAL CONDITION OF THE CAR IN THE PROCESS OF PRODUCTION, REPAIR AND MAINTENANCE**

**Abstract.** The main factors affecting the decline of the working condition of the car. The diagram Ishikawa taking into account the classification of these factors for the main group. A qualitative assessment of the significance of the factors considered and determined the main

direction of development work to provide comparative quantitative evaluation of the proposed consideration of the factors affecting the decrease in car reliability during its life cycle.

**Key words:** reliability, efficiency, quality, Ishikawa diagram, factors qualimetry, comparative evaluation, exploitation, cars.

## **Введение**

Почти любому руководителю (в том числе и в области проектирования, эксплуатации и ремонта легковых автомобилей) в процессе работы приходится сталкиваться с проблемой количественного оценивания качества, с необходимостью управления качеством. В зависимости от специфики работы руководителя, это может быть управление качеством производственного процесса, управление качеством конструирования, управление качеством продукции, управление качеством персонала и т.д. [2].

Для определения значений этих характеристик используются три группы методов: экспертные, неэкспертные и смешанные.

В отечественной и зарубежной практике оценивания качества более чем в 90% случаев используются смешанные методы и иногда – чисто экспертные. Поэтому в настоящей работе основное внимание будет уделяться именно им.

## **Основная часть**

Для оценки технического состояния запчастей используют техническую экспертизу автомобиля, его агрегатов и деталей, с помощью которой можно выявить те, или иные проблемы, связанные с отказом автомобиля, и заменить запасными частями неработающую деталь.

Для более подробного рассмотрения факторов, влияющих на работу и изменение технического состояния автомобиля и его запасных частей, целесообразно применить диаграмму Ишикавы в основу построения которой положен экспертный метод [3]. Практическая реализация

диаграммы, характеризующей в целом работоспособность подсистем автомобиля представлена на рисунке.

Техническое состояние агрегатов, узлов, деталей и автомобиля в целом зависит от физических, механических, структурных и прочих параметров его деталей и определяется на практике через рабочие характеристики с проверкой по контрольно-диагностическим данным. Неисправное состояние может возникнуть в результате нарушения каких-либо требований технической эксплуатации, в том числе таких, которые делают автомобиль неработоспособным [1].

Переход элементов автомобильных конструкций из одного технического состояния в другое обусловлен комплексом постоянно и эпизодически действующих факторов.

При этом возникновение неисправностей агрегатов, узлов, деталей является результатом совокупного воздействия внешних эксплуатационных факторов на внутренние – потенциальные свойства конструкции.

При планировании потребности в автомобильных запасных частях для СТО необходимо учитывать специфические условия эксплуатации автомобилей, внутренние свойства надежности конструкций и прочие факторы, к которым без сомнения относится производственная мощность СТО, т.е. количество рабочих постов, на которых выполняются запланированные технологические операции ТО и ремонта, с учетом расхода соответствующей номенклатуры запасных частей.

Анализ причин снижения работоспособности автомобилей показывает, что имеются пять основных групп факторов, к которым относятся – технологические, конструкторские, человеческие, эксплуатационные, организационные [7].

Рассмотрим более подробно содержание каждой из перечисленных выше групп факторов.

### *Эксплуатационные факторы*

В процессе эксплуатации техническое состояние автотранспортных средств непрерывно ухудшается, причем сроки службы отдельных узлов и агрегатов различны. Они во многом определяются совершенством конструкции, качеством изготовления, применяемыми эксплуатационными материалами, дорожными и климатическими условиями, организацией технического обслуживания и хранения автомобилей.

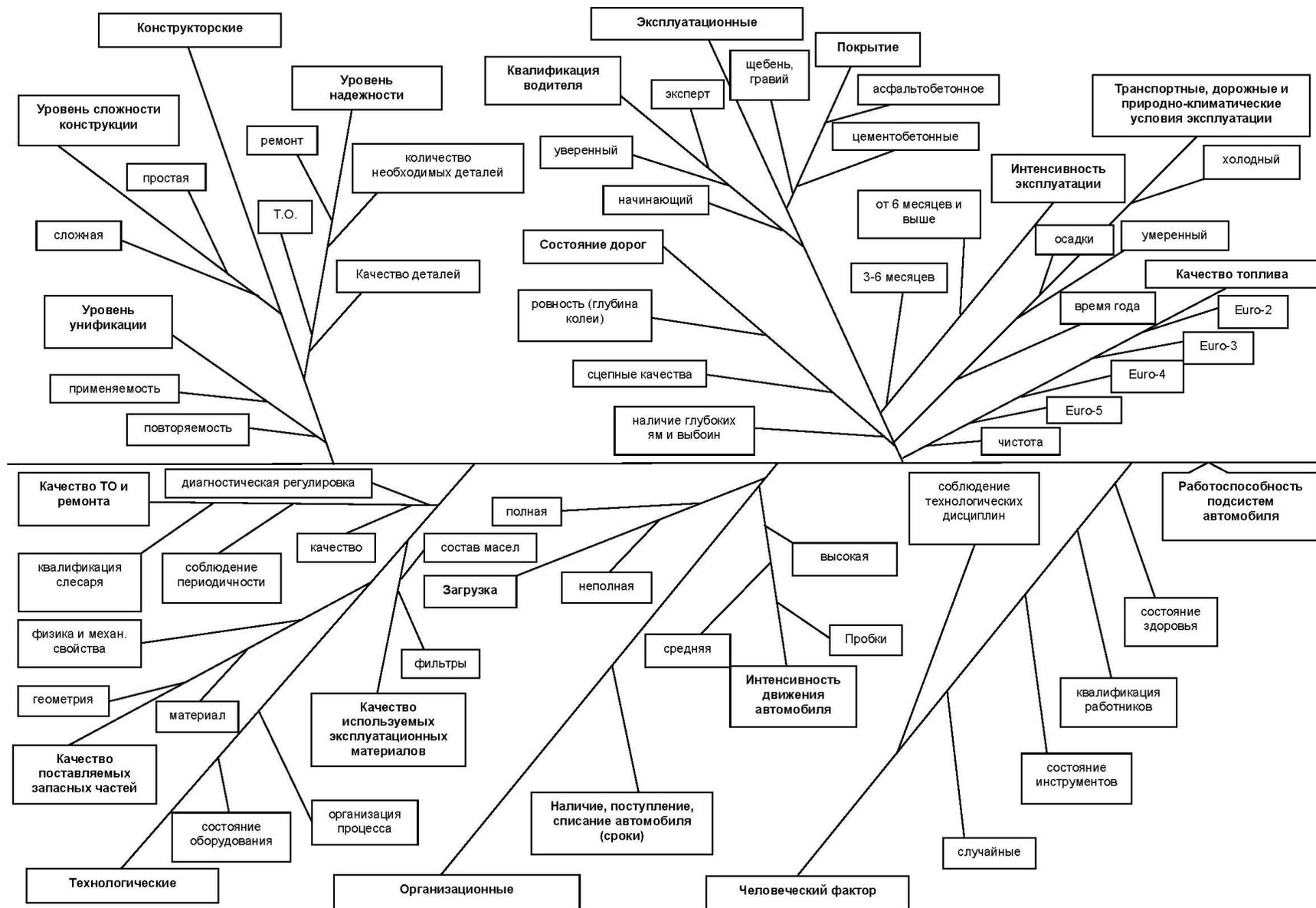
Наибольший интерес вызывают условия эксплуатации и работы автотранспортных средств, влияние которых наиболее значительно сказывается на сроках службы их основных узлов и агрегатов.

*Влияние дорожных условий.* Дорожные условия характеризуются видом покрытий, сопротивлением движению автомобиля, элементами дороги в плане, ровностью дорожного покрытия и его пыленасыщенностью.

По виду покрытий дороги бывают капитальными, облегченными с усовершенствованным покрытием и грунтовыми. Покрытием для капитальных дорог служит бетон, асфальтобетон и брусчатка; для облегченных – щебенка, гравий, булыжник. Грунтовые дороги бывают профилированными и естественными.

Сопротивление движению автомобиля зависит от вида дорожного покрытия и его продольного профиля. Сопротивление движению определяет работу, затрачиваемую на перемещение автомобиля, и, следовательно, расход топлива и интенсивность изнашивания его деталей.

Элементами дороги в плане являются ширина дорожного полотна, расстояние видимости дороги с места водителя и минимальные радиусы поворота. Они определяют условия безопасности движения, а также извилистость дорог, которая существенно влияет на интенсивность изнашивания автомобильных шин.



Ровность (неровность) дорожного покрытия влияет на расход энергии, затрачиваемой автомобилем на поглощение ударов и колебаний кузова при движении, а также на дополнительное сопротивление движению. Неровность дорожного покрытия повышает интенсивность изнашивания деталей подвески, увеличивает расход топлива, снижает сохранность перевозимых грузов и скорость движения автомобиля. Из-за усиления вибрации, вызываемой неровностями дороги, ослабевают заклепочные соединения рамы автомобиля, нарушается соосность его агрегатов, возникают дополнительные нагрузки на детали подвески и карданной передачи. Значительно снижается надежность радиатора, деталей электрооборудования, несущих элементов кузова легковых автомобилей и автобусов.

В процессе работы автомобиля возможна разрегулировка приборов системы питания: износ или засорение жиклеров, подсос воздуха, изменение уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, потеря герметичности клапанов экономайзера, поплавковой камеры, снижение производительности топливного насоса, засорение воздухоочистителя и т.д. Эти неисправности приводят к нарушению состава рабочей смеси, а следовательно, к ухудшению экономичности двигателя и увеличению токсичности отработавших газов.

Изнашивание деталей механизма сцепления сопровождается уменьшением свободного хода педали сцепления. Отсутствие свободного хода влечет за собой неполное включение, пробуксовку и быстрый износ механизма сцепления. Свободный ход педали сцепления восстанавливается несложной регулировкой при его техническом обслуживании.

Возможное изменение углов установки управляемых колес автомобиля в процессе эксплуатации из-за износов и деформаций деталей

переднего моста ухудшает управляемость автомобиля, значительно повышает износ шин и расход топлива.

Так, например, увеличение угла схождения колес легкового автомобиля с 1,5–3 до 6 мм повышает расход топлива на 10–11% [5].

Большое влияние на ходимость шин оказывает внутреннее давление в них. Если при техническом обслуживании оно не восстановлено до нормы, износ шин и расход топлива значительно возрастают.

При некачественном и несвоевременном техническом обслуживании ходовой части автомобиля возможно увеличение зазоров в сопряжениях механизмов (подшипников колес, шкворневых соединений, углов управляемых колес и т.д.), что повышает сопротивление движению автомобиля. Это снижает путь свободного качения по инерции на ровном участке дороги при отключенном двигателе, что влияет на его топливную экономичность.

Качество технического обслуживания определяется своевременностью проведения и полным перечнем выполненных работ, предусмотренных технологическим процессом данного вида обслуживания. Своевременность технического обслуживания определяется периодичностью, т.е. пробегом между двумя одноименными видами обслуживания, обеспечивающими установленный уровень безотказной работы.

### *Транспортные, дорожные и природно-климатические факторы*

Условия эксплуатации, при которых используется автомобиль, влияют на режимы работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя интенсивность изменения параметров их технического состояния.

При эксплуатации автомобилей различают: дорожные условия и условия движения – транспортные, природно-климатические и сезонные.

*Дорожные условия.* Они определяют режим работы автомобиля. Дорожные условия характеризуются технической категорией дороги (их

пять), видом и качеством дорожного покрытия, сопротивлением движению автомобиля, элементами дороги в плане (шириной дороги, радиусами закруглений, величиной подъемов и уклонов). Тип покрытия дороги оказывает существенное влияние на режимы работы автомобиля и его агрегатов.

В свою очередь режимы работы автомобиля влияют на надежность и другие свойства автомобиля и его агрегатов.

*Условия движения.* Характеризуются влиянием внешних факторов на режимы движения и, следовательно, на режимы работы автомобиля и его агрегатов.

*Транспортные условия* (условия перевозок). Наряду со скоростью движения транспортные условия характеризуются коэффициентом использования пробега, коэффициентом использования грузоподъемности; коэффициентом использования прицепов; родом перевозимого груза.

*Природно-климатические условия.* Характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами. Природно-климатические условия влияют на тепловые и другие режимы работы агрегатов и, соответственно, на их техническое состояние и надежность.

*Сезонные условия* характеризуются колебаниями температуры окружающего воздуха, изменением состояния дорожных условий, появлением ряда дополнительных факторов, влияющих на интенсивность изменения параметров технического состояния автомобилей.

### ***Технологические факторы***

Большое влияние на надежность автомобиля оказывает стабильность крепежных соединений (способность крепежных деталей длительно сохранять предварительную затяжку в условиях действия эксплуатационных нагрузок), которая достигается изготовлением деталей из высококачественных сталей, повышением точности обработки,

применением различных стопорящих устройств (стопорные шайбы, приклеивание деталей, различные фиксаторы и др.) [7].

На автомобильных заводах широко применяются шаблоны и кондукторы для изготовления и сборки узлов, механизмов и систем (обкатка и проверка их перед поступлением на сборку), ключи с регламентированной затяжкой сопряжений и др.

Важное значение в деле повышения надежности автомобилей имеет рациональная организация на автозаводах технического контроля, который исключает возможность поступления на сборку некачественных деталей.

С этой целью применяются ультразвуковая, магнитная и гамма-дефектоскопия деталей. В последнее время на автомобильных заводах внедряются индуктивные дефектоскопы для объективного неразрушающего контроля деталей с использованием вихревых токов. Таким методом проверяют шатуны двигателей, шатунные болты, вал рулевой сошки, валы коробки передач [6].

Износостойкость деталей зависит от чистоты обработки трущихся поверхностей. Еще недавно считали, что чем выше чистота обработки поверхностей, тем прочнее масляная пленка, и тем меньше такая поверхность склонна к задирам, коррозии и износу. Однако более поздние исследования показали, что чистота поверхностей после приработки зависит не от их начального состояния, а только от условий изнашивания. При этом слишком грубые поверхности становятся чистыми, а слишком чистые – более грубыми. Наименьшее изнашивание трущихся поверхностей получается при их оптимальной шероховатости для данных условий работы.

Повышение твердости и износостойкости целого ряда деталей автомобиля достигается путем их цементации, азотирования и цианирования.

Значительное развитие получают прогрессивные методы заготовок и изготовления деталей: литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям, литье в постоянные формы, точная поковка и штамповка деталей, холодное выдавливание деталей, накатывание зубьев шестерен и др.

### ***Организационные факторы***

Эти факторы в совокупности также оказывают заметное влияние на потребность в запчастях. Чем меньше моделей автомобилей в парке АТП и чем меньше их средний возраст, тем меньше запчастей необходимо иметь в наличии. Интенсивность падения работоспособности автомобиля формируется двумя основными параметрами, это интенсивностью эксплуатации автомобиля (конкретные дорожные ситуации в конкретные моменты времени, а так же ежедневная востребованность автомобиля) и величиной его загрузки (перегрузки).

### ***Конструкторские факторы***

Группа конструкторских факторов характеризуется *уровнем сложности конструкции, уровнем надежности* как автомобиля в целом, так и его составных частей и *уровнем унификации* деталей и узлов. Рассматриваемые факторы формируются на этапе проектирования и практически реализуются в процессе производства, эксплуатации, ремонта и утилизации и определяются формами и размерами деталей (от них зависит удельное давление на поверхность детали, концентрация напряжений, ударная и усталостная прочность металла); жесткостью конструкции, т.е. способностью деталей, особенно базовых и основных, незначительно деформироваться под воздействием воспринимаемых нагрузок и восстанавливаться после снятия указанных нагрузок; точностью взаимного расположения поверхностей и осей совместно работающих деталей; правильным выбором типа посадок, обеспечивающих надежную работу сопряжений, и др. [1].

***Влияние человеческого фактора на изменение технического состояния автомобиля***

Часто водители не замечают, когда возникают неблагоприятные психофизиологические факторы, влияющие на качество вождения, так как не все знают возможности своего организма при управлении транспортным средством. Эти возможности у всех людей разные: у одних усталость появляется уже в течение первого часа вождения, у других (как правило, у водителей-профессионалов) гораздо позже. Поэтому водителей, занятых на грузовых перевозках, следует снабжать приборами контроля времени реакции, автоматически выключающими зажигание, когда время реакции превышает принятые нормы. Кроме того, на работоспособность автомобиля оказывают влияние как запоздалая или ускоренная, так и ошибочная реакции, что объясняется перегрузками его подсистем при резком торможении, динамичном старте, вынужденными поворотами на большой скорости [8].

Правильная оценка обстановки на дороге зависит от мастерства и квалификации водителя, опыта и стажа его работы, умственных способностей, психического и физического состояния здоровья. С повышением уровня профессионального мастерства водителя соответственно возрастают безопасность и экономичность вождения, в частности, значительно снижается число нарушений Правил дорожного движения (на 12%); сокращается расход топлива на 6–10%, расход запасных частей на ТО и ремонт на 15%, а износ шин на 30% [4]. В настоящее время еще не разработаны оптимальные показатели для количественной оценки уровня профессионального мастерства водителей. Они должны включать, например, для водителей-профессионалов, такие показатели, как производительность труда, экономичность и безопасность вождения. Значительно труднее определить мастерство управления автомобилем индивидуальных владельцев.

## **Заключение**

В результате применения квалиметрического метода с построением диаграммы Ишикавы удалось сформировать основные группы факторов, оказывающих негативное влияние на снижение работоспособности и надежности автомобилей в течение полного цикла эксплуатации. Каждая из выделенных классификационных групп факторов представляет собой совокупность подгрупп формирующихся из показателей, определенных на основе изучения опыта проектирования, производства, эксплуатации и ремонта.

Представленное выше описание рассмотренных параметров дает возможность составить качественное представление о необходимости учета каждого из них для проведения первичного сравнительного анализа.

Дальнейшим развитием данного направления работы является организация и проведение исследования по количественной оценке уровня значимости выявленных параметров, а на их основе и групп факторов с целью ранжирования по уровню влияния на снижение работоспособности и надежности автомобилей в процессе их жизненного цикла.

## **Список литературы**

1. Павлов А.П., Дехтеринский Л.В., Норкин С.Б., Скрипников С.А. Теория потенциала работоспособности и ремонтного резервирования надежности стареющих технических систем. М.: МАДИ, 2013. 104 с.
2. Азгальдов Г.Г., Зорин В.А., Павлов А.П. Квалиметрия для инженеров механиков: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2006. 180 с.
3. Зорин В.А., Павлов А.П., Пегачков А.А. Контроль качества продукции и услуг: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2007. 110 с.
4. URL: [stroy-technics.ru](http://stroy-technics.ru)
5. URL: [www.engtech.ru](http://www.engtech.ru)
6. URL: <http://studopedia.ru>

7. Митрохин Н.Н. Основы технологии производства и ремонт автомобилей. Т. I: учебник. М.: ООО «Техполиграфцентр», 2007. 442 с.
8. URL: [helpiks.org/3-8270.html](http://helpiks.org/3-8270.html)

### References

1. Pavlov A.P., Dekhterinskij L.V., Norkin S.B., Skripnikov S.A. *Teoriya potentsiala rabotosposobnosti i remontnogo rezervirovaniya nadezhnosti stareyushchih tekhnicheskikh system* (The theory of performance capabilities and reliability of backup repair aging technical systems), Moscow, MADI, 2013, 104 p.
2. Azgal'dov G.G., Zorin V.A., Pavlov A.P. *Kvalimetriya dlya inzhenerov mekhanikov* (Qualimetry for mechanical engineers), Moscow, MADI, 2006, 180 p.
3. Zorin V.A., Pavlov A.P., Pachkov A.A. *Kontrol' kachestva produktsii i uslug* (Quality control of products and services), Moscow, MADI, 2007, 110 p.
4. URL: [stroy-technics.ru](http://stroy-technics.ru)
5. URL: [www.engtech.ru](http://www.engtech.ru)
6. URL: <http://studopedia.ru>
7. Mitrokhin N.N. *Osnovy tekhnologii proizvodstva i remont avtomobilej* (Bases of technology of production and repair of cars), vol. 1, Moscow, Tekhpoligrafstsentr, 2007, 442 p.
8. URL: [helpiks.org/3-8270.html](http://helpiks.org/3-8270.html)