

ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ИННОВАЦИЙ НА ТРАНСПОРТЕ

В статье представлены результаты исследования производной важности критериев соответствия предприятий, оказывающих услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, требованиям системы сертификации услуг на автомобильном транспорте. Новизной является использование современных методов анализа экспертных оценок для диагностики состояния и определения направлений развития инфраструктуры автомобильного транспорта.

Ключевые слова: экспертные оценки, сертификация, инновации, автотранспортное предприятие, логистическая регрессия, кластерный анализ, метод «дерева решений», производная важность.

Под инновацией понимают процесс совершенствования материальной базы, продуктов производства на основе создания и освоения результатов научных исследований и разработок в целях лучшего удовлетворения потребительского спроса, экономии рабочего времени и развития личности. Целью инноваций на транспорте является повышение социально-экономической эффективности производства транспортных услуг. Инновации являются важным ресурсом процесса функционирования и развития автомобильного транспорта и его инфраструктуры, к которой относятся предприятия, выполняющие услуги по поддержанию и восстановлению работоспособного состояния подвижного состава.

Многие из стабильно работающих предприятий, оказывающих услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств (ТО и Р АМТС), проходят процедуру добровольной сертификации. Сертификация является одним из средств борьбы с недобросовестным выполнением услуг и поддержки добросовестных исполнителей. Это обусловлено тем, что к процедуре сертификации привлекаются эксперты, обладающие знаниями в предметной области. Кроме того, сертификация имеет большое значение для решения различных проблем, таких как [1]:

- получение объективной информации о качестве выполняемых услуг;
- установление положительного имиджа производителя и защита в конкуренции с поставщиками несертифицированных услуг;
- повышение организационно-технического уровня производства;
- улучшение качества услуг путем установления и выполнения более прогрессивных требований.

Считается, что качество как критерий выбора поставщика услуг играет ключевую роль на так называемом рынке потребителя, то есть в условиях, когда предложение превышает спрос. Рынку потребителя противопоставлен рынок продавца, то есть условия, когда спрос превышает предложения. Рынок услуг по ТО и Р АМТС в настоящий момент перешел к состоянию рынка покупателя. Следовательно, повышение качества этого вида услуг является актуальной задачей.

Улучшение качества невозможно без оценки его фактического состояния. Оценка качества сопряжена с известными сложностями, так как само понятие «качество» является абстрактным и может быть распознано только экспериментальным путем.

При оценке качества услуг по ТО и Р АМТС следует выделить следующие точки зрения на качество:

- качество, ориентированное на продукт, то есть качество как набор характеристик выполненной услуги;
- качество, ориентированное на производство, то есть качество как соответствие требованиям стандартов производства услуг;
- качество, ориентированное на потребителя, то есть качество как «пригодность к использованию»;
- качество, ориентированное на создание ценности, то есть качество как баланс между исполнителем и приемлемой для потребителя ценой.

В рамках сертификации комиссия экспертов оценивает различные аспекты качества. Но наибольшее внимание уделяется качеству, ориентированному на производство. Эксперты оценивают соответствие результатов услуг требованиям нормативной документации, входящей в их область аккредитации. Проблема состоит в

том, что пока стандарты качества не всегда основаны на потребностях и предпочтениях клиентов, качество остается внутренней задачей, которая помогает упростить контроль производства, но не дает клиентам того, чего они хотят.

Сертификация обеспечивает предприятия необходимой нормативно-технической информацией с позиций современных требований к техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств в эксплуатации. Соответствие требованиям подтверждается специальным документом – сертификатом соответствия. Решение о выдаче сертификата принимается руководителем органа сертификации по результатам обследования предприятия комиссией аттестованных экспертов. Результаты обследования могут быть использованы для определения направлений работы по устранению недостатков в работе предприятия, а также повышения качества предоставляемых услуг. Важной целью сертификации является информирование потребителей о качестве предоставляемых услуг.

К основным элементам предприятий, оцениваемым комиссией экспертов, можно отнести:

- организационно-техническое обеспечение (К1);
- состояние зданий и сооружений (К2);
- состояние технологического оборудования и оснастки (К3);
- кадровое обеспечение (К4);
- состояние контрольно-диагностического, испытательного оборудования и средств измерений (К5);
- обеспеченность нормативной и технологической документацией (К6).

При обследовании предприятий каждому элементу комиссия присваивает оценку по 10-балльной шкале.

Задачей исследования являлась разработка методик информационной поддержки, которые позволят полнее использовать результаты обследований предприятий при оценке инноваций на транспорте.

При проведении процедуры сертификации часто используют комплексный метод оценки уровня качества услуг, основанный на использовании средневзвешенного показателя. По величине показателя руководитель органа сертификации принимает решение о выдаче сертификата соответствия. Коэффициенты весомости оценок каждого элемента определяются оп-

росом экспертов. Данный подход широко используется на практике, однако подвергается справедливой критике [3].

В работе [2] предложено решение о выдаче сертификата принимать на основании граничных значений оценок элементов, определенных методами теории распознавания образов [3]. Однако данный подход так же, как и предыдущий, предполагает, что балльные оценки элементов измерены в количественной шкале. Данное предположение представляется слишком сильным и может привести к ошибочным выводам.

В качестве информационной базы для поддержки принятия решения о выдаче сертификата соответствия предлагается использовать информацию, накопленную за время работы органа по сертификации при АНО «Технопарк ОГУ». Объем информации достаточно велик, что вызывает необходимость использования специальных методов исследования данных.

Накопленная информация может быть использована при измерении аналитически выведенной значимости критериев для экспертов, но для этого желательно иметь значения обобщенного критерия предпочтения. На конативном (действие) уровне таким критерием может послужить решение о выдаче сертификата соответствия. Данный подход был использован в работе [2]. На аффективном (отношение) уровне предлагается в качестве обобщенного критерия использовать деление сертифицированных предприятий на предприятия, выполняющие работы по ТО и РАМТС преимущественно для собственных нужд (тип I), и предприятия, выполняющие услуги на сторону (тип II). В современных условиях все большее число предприятий, выполняющих работы по ТО и РАМТС только для собственного подвижного состава, вынуждены заниматься поиском клиентов, чей подвижной состав они могли бы обслуживать, то есть имеет место переход из предприятий типа I в предприятия типа II. Данная ситуация вызвана такими причинами, как:

- вывод предприятия из ведомственного или технологического подчинения;
- снижение количества подвижного состава;
- резкое снижение объема перевозок и т.п.

В этих условиях предприятию типа I часто необходима информация о направлениях совершенствования организации и технологии выполнения услуг. Одним из источников такой инфор-

магии могут послужить оценки элементов соответствия предприятий требованиям системы добровольной сертификации услуг ТО и РАМТС.

Принятие решения о выдаче сертификата относится к многокритериальным задачам. Существует большое число методов решения таких задач [4]. Ключевым понятием, используемым в таких методах, является понятие относительной (производной) важности частных критериев, информация о которой может быть получена путем анализа предпочтений экспертов.

Для анализа производной важности необходимо вначале стратифицировать предприятия на однородные в некотором смысле группы. На первом шаге предприятия были разделены на две группы: тип I и тип II [5]. Дальнейшее деление произошло по оценкам критериев, для этого использована процедура агломеративного иерархического кластерного анализа [6]. Были использованы различные метрики расстояния и способы объединения в классы. Выбор числа групп производился по наибольшему значению приращения расстояний между двумя кластерами при их объединении. Наиболее удачным с

позиции интерпретации признано использование метрики города и способа объединения по медианному значению. Результат хорошо согласуется с предположением, что значения критериев измерены в порядковой шкале.

В результате анализа предприятий типа II было получено разбиение на три кластера, в первый кластер попало 32 предприятия, во второй – 3, в третий – 1. В первую группу предприятий вошло большинство стабильно работающих автосервисов, третья группа представлена новым предприятием, испытывающим недостаток в квалифицированных рабочих. Во вторую группу вошли дилерские центры ведущих автопроизводителей.

При анализе предприятий типа I также получено разбиение на три кластера, в первый кластер попало 56 предприятий, во второй – 2, в третий – 1. В первую группу предприятий вошло большинство стабильно работающих автотранспортных предприятий, третья и вторая группы представлены крупными автотранспортными предприятиями нефтегазодобывающего комплекса.

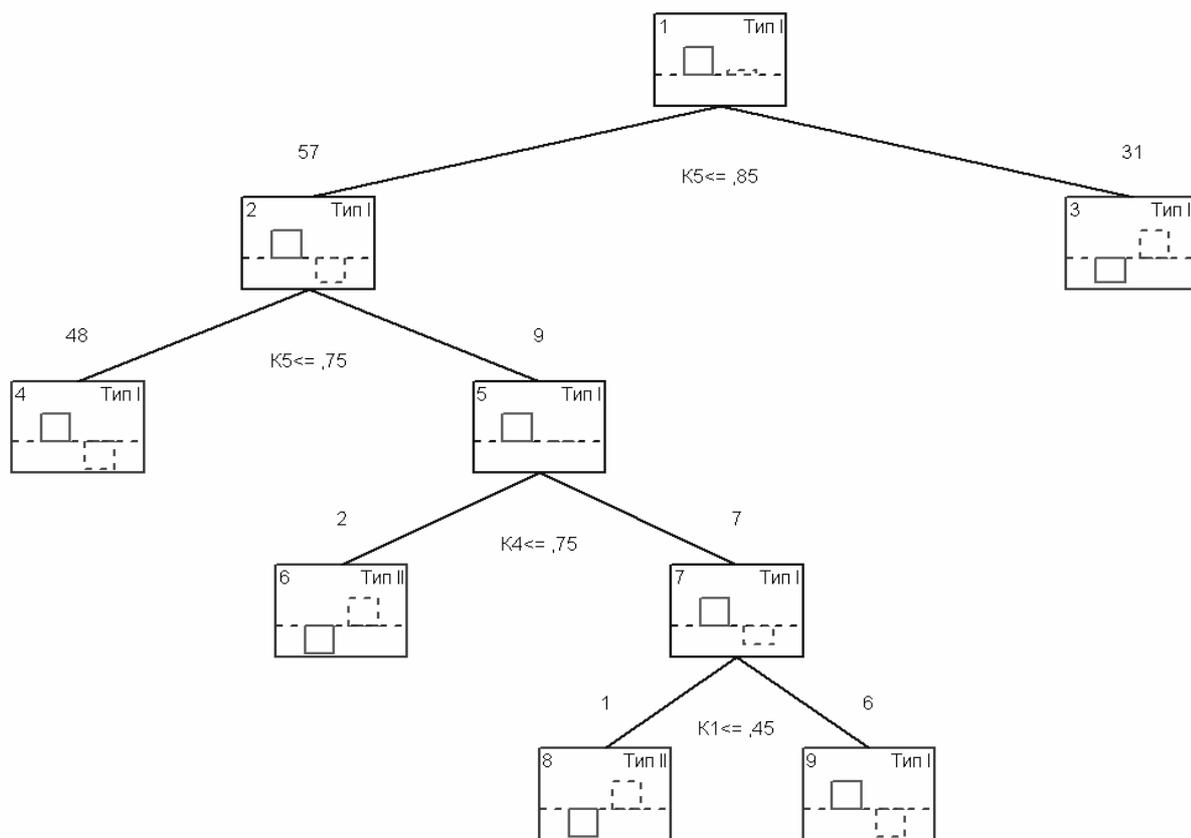


Рисунок 1. «Дерево решений» для наибольших кластеров

К анализу были приняты предприятия из наибольших по численности кластеров каждого из типов предприятий (56 типа I и 32 типа II).

Анализ полученных данных проводился с помощью метода, ориентированного на разработку решающих правил, – «дерева решений» [6]. Данный метод отличает способность последовательно изучать важность отдельных критериев, а также он позволяет предсказывать принадлежность наблюдений или объектов к тому или иному классу категориальной зависимой переменной (т.е. принадлежность предприятия к типу I или типу II) в соответствии со значениями нескольких предикторных переменных (т.е. набором оценок критериев K1...K6).

На рисунке 1 представлено «дерево решений» для данных из наибольших кластеров, образованных предприятиями типа I и типа II.

Структура дерева определялась полным перебором для одномерных ветвлений методом C&RT [6].

Первоначально все предприятия классифицируются как «Тип I». Класс «Тип I» был выбран для начальной классификации потому, что число предприятий типа «Тип I» больше, чем «Тип II». В этой корневой вершине происходит разделение по коэффициенту K5, оценивающему состояние контрольно-диагностического, испытательного оборудования и средств измерений. Если значение $K5 \geq 0,85$, то вероятнее всего, что предприятие относит-

ся типу «Тип II». На следующем уровне из 48 предприятий, отнесенных к типу «Тип I», были еще раз выделены объекты, наверняка относящиеся к «Тип I», если значению коэффициента $K5 < 0,75$, и 9 предприятий разделили по коэффициенту K4, оценивающему кадровое обеспечение. При $K4 < 0,75$ предприятие скорее всего будет относиться к типу «Тип II». Последняя группа из 7 предприятий была разделена по значению коэффициента K1, оценивающего организационно-техническое обеспечение, если $K1 < 0,45$, то предприятие относится к типу «Тип II».

Ранжирование важности предикторов, полученное методом C&RT, представлено на рисунке 2.

Для анализа производной важности критериев также использована модель логистической регрессии [6]. В качестве зависимой переменной выбрана вероятность отнесения предприятия к типу I и типу II. В качестве независимых переменных приняты критерии K1, ..., K6. Для отбора переменных в модели был использован метод последовательного исключения по значению отношения максимального правдоподобия [6]. Получена статистически значимая модель с константой:

$$P = \frac{1}{e^{89,94 - 28,84K3 - 62,87K5 + 17K6} + 1}, \quad (1)$$

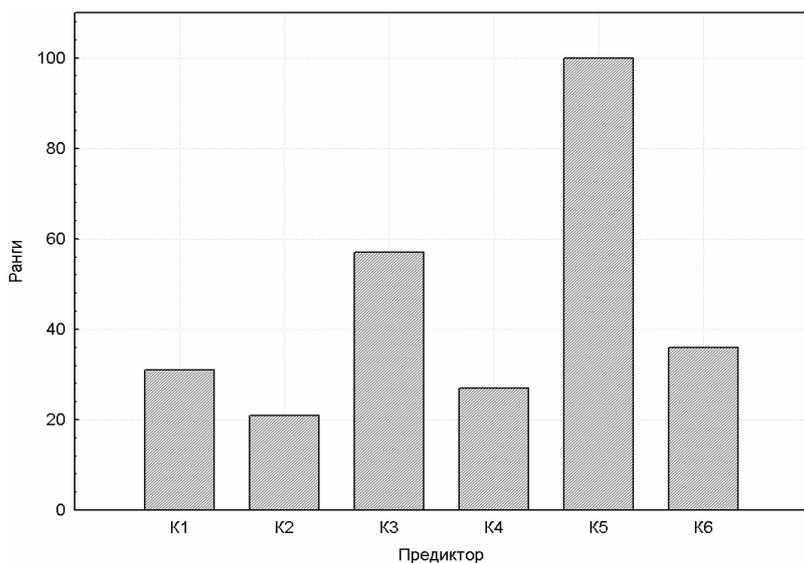
где p – вероятность отнесения предприятия к одному из двух типов;

K3 – состояние технологического оборудования и оснастки;

K5 – критерий, оценивающий состояние контрольно-диагностического, испытательного оборудования и средств измерений;

K6 – обеспеченность нормативной и технологической документацией.

Для оценки статистической значимости уравнения регрессии в целом с помощью метода максимального правдоподобия рассчитывалась статистика χ^2 Пирсона. Расчетное значение статистики Пирсона



0 – низкая значимость, 100 – высокая значимость

Рисунок 2. Ранги значимости предикторов

$c^2 = 8,23$, табличное значение статистики для степеней свободы $df = 3$ $c^2_{\text{табл.}} = 98,9$ [7], отсюда делаем вывод, что с вероятностью $p < 0,001$ полученная модель логистической регрессии является адекватной. Данная модель правильно предсказывает 96,64% предприятий типа I (53 из 56) и 96,88% типа II (31 из 32). Для оценки качества подгонки модели использовался критерий Хосмера - Лемешева [6]. Для полученного выше уравнения $c^2 = 2,14$ табличное значение вероятности для степеней свободы $df = 8$ $P_{\text{крит. табл.}} = 0,976 > 0,05$ [7], следовательно, наблюдаемые частоты хорошо согласуются с расчетными.

Также получена статистически значимая модель без константы:

$$P = \frac{1}{e^{3,04K3 - 11,22K5 + 8,78K6} + 1} \quad (2)$$

Расчетное значение статистики Пирсона $c^2 = 32,58$, делаем вывод, что с вероятностью $p < 0,001$ полученная модель является адекватной. Модель правильно предсказывает 75% предприятий типа I (42 из 56) и 71,9% типа II (32 из 32). По критерию Хосмера - Лемешева для уравнения (2) $c^2 = 6,36$, табличное значение вероятности для степеней свободы $df = 8$ $P_{\text{крит. табл.}} = 0,61$

$> 0,05$, делаем вывод, что полученная модель также хорошо согласуется с обучающей выборкой.

Площадь под кривой зависимости чувствительности модели от специфичности характеризует прогнозирующую способность модели. Для полученных моделей с константой и без константы площадь под кривой равна соответственно 0,8 и 0,76 (рисунок 3). Из этого следует, что построенные модели имеют хорошую прогностическую способность.

Используя информацию о качественной важности критериев, можно не только более обоснованно принимать решение о выдаче сертификата, но и сравнивать сертифицированные предприятия между собой, используя некомпенсаторные модели выбора [4]. Таким образом, данный подход может помочь не только руководителю органа по сертификации услуг, но и потребителям в ситуации выбора предприятия для обслуживания.

Учитывая сказанное, можно утверждать, что первым из направлений повышения конкурентоспособности предприятий типа I относительно предприятий типа II является улучшение состояния технологического оборудования и оснастки (КЗ), контрольно-диагностического, испы-

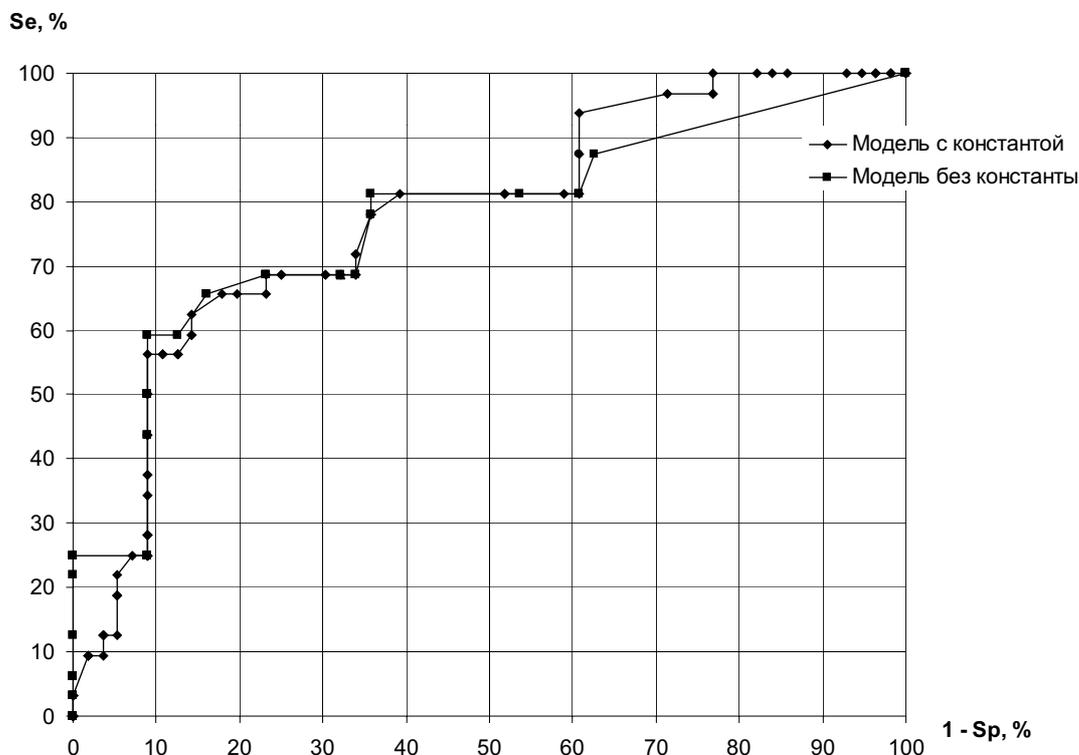


Рисунок 3. Кривые зависимости чувствительности (Se) модели от специфичности (Sp)

тательного оборудования и средств измерений (К5), а также обеспеченности нормативной и технологической документацией (К6). Это хорошо согласуется с выводами, полученными методом «дерева решений». Остальные критерии играют меньшую роль, но без должного внимания

могут свести на нет все усилия по улучшению первоочередных показателей.

Выводы были получены исходя из информационной базы, собранной в органе по сертификации услуг на автомобильном транспорте, и отражают мнения экспертов.

7.08.2011

Список литературы:

1. Окрепилов, В. В. Эволюция качества [Текст]: монография / В. В. Окрепилов. – СПб.: Наука, 2008. – 637 с.: ил. – Библиогр.: с. 624-636. – ISBN 978-5-02-025322-3.
2. Якунин, Н. Н. Параметрическая оценка состояния услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей с позиции требований системы сертификации ГОСТ Р [Текст] / Н. Н. Якунин, Н. В. Игнатова // Вестник ОГУ. - 2000. - №2. - С. 92-100. – Библиогр.: с. 100.
3. Горелик, А. Л. Методы распознавания [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 261 с.: ил. – Библиогр.: с. 258. – ISBN 5-06-004396-7.
4. Подиновский В. В., Ногин В. Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 256 с. – ISBN 978-5-9221-0812-6.
5. Архирейский, А. А. Информационная поддержка принятия решения при сертификации предприятий автосервиса [Текст] / А. А. Архирейский, С. В. Баловнев // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – С. 43-45.
6. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики [Текст]: учеб. для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
7. Большев, Л. Н. Таблицы математической статистики [Текст] / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов; АН СССР, Мат. ин-т им. В. А. Стеклова. – М.: Наука, 1965. – 464 с.: табл. – Библиогр.: с. 165-172.

Сведения об авторе:

Архирейский Андрей Анатольевич, старший преподаватель кафедры автомобилей и безопасности движения транспортного факультета Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 754182
E-mail: oren.aaa@gmail.com

UDC 656.1:001.895

Arkhireyskiy A.A.

Orenburg state university, e-mail: oren.aaa@gmail.com

ON INFORMATION SUPPORT FOR INNOVATION IN TRANSPORT

The article presents the results of the study of derived of criteria of compliance service providing for maintenance and repair of motor vehicles, the requirements of the certification system of services for road transport. Novelty is the use of modern methods for the analysis of expert estimates for diagnostic status and definition of directions of the development of road transport infrastructure.

Key words: expert assessments, certification, innovation, transportation company, logistic regression, cluster analysis, the method of «decision trees», derived importance

Bibliography:

1. Okrepilov, V.V. Evolyutsiya quality [text]: monograph/V.V. Okrepilov. – St. Petersburg: Science, 2008. – 637 s.: illus. – Bibliog.: s. 624-636. – ISBN 978-5-02-025322-3.
2. Yakunin, N.N. Parametricheskaya is the estimation of the state of services according to the maintenance and the repair of automobiles from the position of the requirements of the system of certification ALL-UNION STATE STAN. R [text]/N.N. Yakunin, N.V. Ignatova //herald OGU. -2000. - №2. – s. 92-100. – Bibliog.: s. 100.
3. Gorelik, A.L. Metody recognition [text]: studies. benefit for VUZ (Institute of Higher Education)/A.L. Gorelik, V.A. Skripkin. – the 4th publ., ispr. – M.: Highest shk., 2004. – 261 s.: illus. – Bibliog.: s. 258. – ISBN 5-06-004396-7.
4. Podinovskiy IN. v., Nogin V.D. Pareto– optimum solutions of multicriterional problems. – the 2nd publ., ispr. and add. – M.: FIZMATLIT, 2007. – 256 s. – ISBN 978-5-9221-0812-6.
5. Arkhireyskiy, A.A. the information support of decision making with the certification of the enterprises of auto-service [text]/A.A. Arkhireyskiy, S.V. Balovnev //the problems of operation and servicing of the transport– technological machines: the materials of international scientific and technical conference. – Tyumen': TyumGNGU, 2009. – S. 43-45.
6. Aivazyan, S.A. Prikladnaya is statistics and the basis of econometrics [text]: studies. for VUZ/S.A. Aivazyan, V.S. Mkhitaryan. – M.: YUNITI, 1998. – 1022 s.
7. Bolshev, L.N. Tablitsy mathematical statistics [text]/L.N. Bolshev, N.V. Smirnov; AS USSR, the mathematical institute im. V. A. Steklov. – M.: Science, 1965. – 464 s.: table. – Bibliog.: s. 165-172.