

---

Миронов А.Н., Шестопалова О.Л., Ниязова Ю.М., Сидоров Д.А. Оценивание качества транспортирования на основе совокупности вероятностно-статистических и нечетких экспертных оценок показателей потребительских свойств транспортной услуги // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2017. № 6(40).

УДК 005.6: 656.2.07

## **ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СОВОКУПНОСТИ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ И НЕЧЕТКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ**

**Миронов А.Н.**, доктор технических наук, профессор, ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,

**Шестопалова О.Л.**, кандидат технических наук, доцент, декан филиала «Восход» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) в г. Байконур.

**Ниязова Ю.М.**, кандидат экономических наук

**Сидоров Д.А.**, аспирант, Государственный университет управления

*В статье рассматриваются вопросы оценивания качества транспортирования на основе системного анализа состава потребительских свойств, формирующих в совокупности комплексное свойство – качество транспортной услуги. Дана характеристика способов решения задачи выбора номенклатуры частных показателей свойств, входящих в комплексное свойство качества транспортной услуги. Пояснены особенности получения количественных оценок показателей свойств, входящих в комплексное свойство качества транспортной услуги. Предложен подход к получению обобщенной количественной оценки качества транспортной услуги на основе аддитивной свертки четких бинарных оценок, вероятностно-статистических оценок и нечетких экспертных оценок. Изложены рекомендации по получению обобщенной качественной оценки качества транспортной услуги на основе определения минимального расстояния между нечеткой обобщенной оценкой качества транспортирования и термами нечеткой лингвистической шкалы, применяемой для качественной интерпретации нечеткой количественной оценки обобщенного показателя качества транспортирования.*

**Ключевые слова:** транспортная услуга, транспортирование, качество, безопасность, безаварийность, комфортабельность.

**EVALUATION OF THE QUALITY OF TRANSPORTATION ON THE BASIS OF TOGETHER PROBABILISTIC AND STATISTICAL AND FUZZY EXPERT ESTIMATIONS OF INDICATORS CONSUMER PROPERTIES TRANSPORT SERVICES**

**Mironov A.N.**, doctorate degree of technical sciences, professor, Mozhaisky Military Space Academy.

**Shestopalova O.L.**, candidate of technical sciences, associate professor, the dean of the Baikonur branches «Voskhod» of the Moscow aviation institute (national research university).

**Niyazova Yu.M.**, candidate of economic sciences

**Sidorov D.A.**, post-graduate student, State University of Management

*The article discusses the issues of assessing the quality of transportation on the basis of a systematic analysis of the composition of consumer properties, forming together a complex property – the quality of transport services. The characteristic of methods for solving the problem of selection of the nomenclature of private indicators of properties included in the complex property of the quality of transport services is given. The peculiarities of obtaining quantitative estimates of indicators of properties included in the complex quality of transport services are explained. An approach to obtaining a required quantitative assessment of the quality of transport services on the basis of an additive convolution of clear binary estimates, probabilistic and statistical estimates and fuzzy expert assessments is proposed. Recommendations for obtaining a generalized qualitative assessment of the quality of transport services on the basis of determining the minimum distance between the fuzzy generalized assessment of the quality of transportation and the terms of the fuzzy linguistic scale used for the qualitative interpretation of the fuzzy quantitative assessment of the generalized indicator of the quality of transportation are presented.*

**Keywords:** transport service, transportation, quality, safety, trouble-free, comfort.

---

Качественная реализация потребностей в перемещении людей и грузов между различными пунктами отправления и назначения является неотъемлемым условием успешного функционирования экономики государства, а также важным средством коммуникации в обществе. Кроме того, транспортирование, согласно ГОСТ 27.002-89 является одним из

основных этапов стадии эксплуатации изделий военного и гражданского назначения.

Для выполнения функций по перемещению людей и грузов создается система перевозок, в рамках которой действуют различные государственные и частные транспортные компании, предоставляющие транспортные услуги физическим и юридическим лицам. В последние годы перевозки не только гражданских грузов, но и грузов военного назначения могут осуществляться в рамках аутсорсинга коммерческими транспортными компаниями.

Ввиду массового характера перевозок, наличия факторов риска для пассажиров и грузов, существенного влияния транспортных издержек на итоговую цену продукции и возможности перемещения людей, на первый план выходит проблема обеспечения и, соответственно, оценивания качества перевозок, осуществляемых посредством предоставления транспортных услуг.

Под транспортной услугой в соответствии с ГОСТ Р 51006-96 понимается «результат деятельности исполнителя транспортной услуги по удовлетворению потребностей пассажира, грузоотправителя и грузополучателя в перевозках в соответствии с установленными нормами и требованиями».

Под качеством транспортной услуги будем понимать «совокупность потребительских свойств перевозки, характеризующих ее пригодность удовлетворять определенные потребности заказчика транспортной услуги в соответствии с ее назначением» [1].

Целей оценивания качества транспортной услуги несколько. Во-первых, результаты оценивания качества транспортной услуги могут служить обоснованием проведения работ по улучшению механизма ее реализации. Во-вторых, они могут служить основой оценивания рейтинга транспортных компаний при заключении договоров на перевозки. В-третьих, являться основой решений по управлению качеством в рамках системы менеджмента

качества на транспортных предприятиях. В-четвертых, служить ориентиром при выборе способа реализации поездок и перевозок. В-пятых, могут служить подтверждением выполнения договорных обязательств при включении требований по качеству перевозок в условия договорных обязательств. Этот список можно продолжить.

Оценивание качества транспортной услуги базируется на решении следующих последовательно выполняемых задач: обоснование состава потребительских свойств, формирующих в совокупности комплексное свойство – качество транспортной услуги; выбор номенклатуры частных показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество транспортной услуги; получение количественных оценок показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество транспортной услуги; получение обобщенной количественной оценки качества транспортной услуги; получение обобщенной качественной оценки качества транспортной услуги.

Рассмотрим далее особенности решения перечисленных выше задач.

*1. Обоснование состава потребительских свойств, формирующих в совокупности комплексное свойство – качество транспортной услуги.*

Решение данной задачи невозможно без применения метода системного анализа, позволяющего выявить полную группу свойств, составляющих качество транспортной услуги [4, 8]. Для этого представим структуру системы транспортирования (к примеру, для варианта транспортирования пассажира) в виде четырех элементов, взаимодействующих между собой: Пассажира (П), Экипажа (Э), Транспортного средства (ТС) и Транспортной компании (ТК). Структура такой системы представлена на рис. 1. Выделим полное множество связей из (двенадцати связей) между элементами представленной на рисунке 1 системы транспортирования: связь «Пассажир – Экипаж» (П→Э); связь «Экипаж – Пассажир» (Э→П); связь «Транспортное средство – Пассажир» (ТС→П); связь «Пассажир – Транспортное средство»

(П→ТС); связь «Транспортная компания – Пассажир» (ТК→П); связь «Пассажир – Транспортная компания» (П→ТК); связь «Транспортное средство – Экипаж» (ТС→Э); связь «Экипаж – Транспортное средство» (Э→ТС); «связь Транспортная компания – Экипаж (ТК→Э); «связь Экипаж – Транспортная компания (Э→ТК); «связь Транспортное средство – Транспортная компания (ТС→ТК); «связь Транспортная компания – Транспортное средство (ТК→ТС) ».

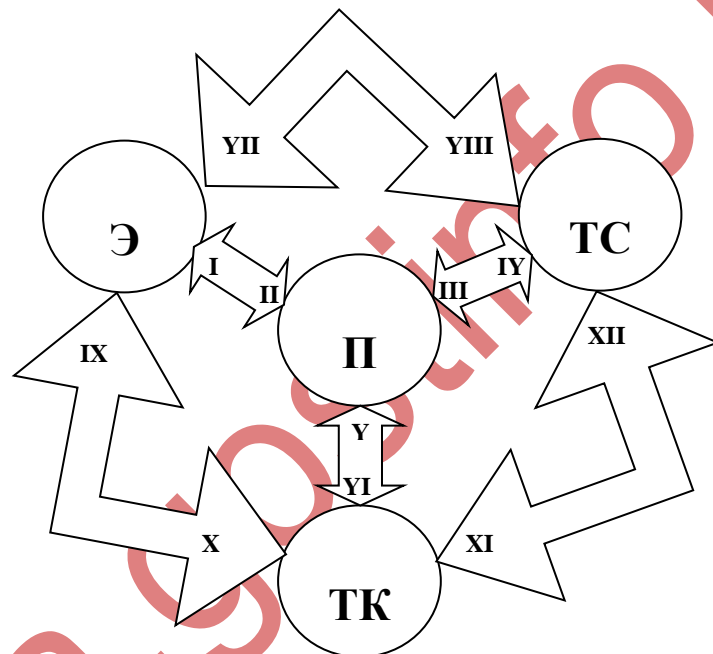


Рис. 1. Структура системы транспортирования пассажира

Раскроем содержание перечисленных связей с точки зрения их влияния на степень удовлетворения потребностей пассажира.

Связь П→Э в большинстве случаев слабо влияет на степень удовлетворения потребностей пассажира. Пассажир в штатном режиме перевозки никаким образом не может и не должен вмешиваться в деятельность экипажа. Только в отдельных случаях, когда появляются какие-либо форс-мажорные обстоятельства с точки зрения комфортности и

безопасности перевозки должна быть предусмотрена информационная связь пассажира с экипажем.

Связь Э→П является весьма важной и существенной с точки зрения влияния экипажа на степень удовлетворения потребностей пассажира, во-первых, на результативность перевозки пассажира, во-вторых, на оперативность перевозки, в-третьих, на безопасность и безаварийность перевозки. Кроме того, экипаж должен обеспечивать пассажира необходимой информацией в процессе перевозки.

Связь ТС→П является существенной с точки зрения влияния технического состояния транспортного средства, уровня его надежности и готовности к перевозке пассажиров на результативность, оперативность и безопасность перевозки. Кроме того, характеристики транспортного средства влияют на степень удовлетворения потребностей пассажира в комфортных условиях перевозки в смысле удобства сидений, достаточности выделенной пассажиру индивидуальной площади (объема) в салоне транспортного средства, возможностей соблюдения нормальных условий перевозки в плане обеспечения температуры, влажности, шумоизолированности, вентилируемости окружающего пространства, возможности приема пищи, отдыха, сна и отправления естественных надобностей в длительных поездках.

Связь П→ТС является ограниченно влияющей на потребности пассажира, так как пассажир исключен из контура управления транспортным средством и никак не должен влиять на его состояние, за исключением, быть может, управления кондиционером, вентилятором, радио, телевизором и устройством вызова обслуживающего персонала.

Связь ТК→П существенно влияет на удовлетворение потребностей пассажира. Во-первых, транспортная компания формирует цену перевозки пассажира и багажа, определяя, таким образом, степень ресурсоемкости процесса транспортирования пассажира.

Во-вторых, транспортная компания непосредственно отвечает за информационную обеспеченность перевозки, начиная от информирования потенциальных потребителей транспортных услуг об условиях, стоимости и качестве оказываемых услуг, и заканчивая информационным сопровождением всех этапов транспортирования, в том числе при наступлении различного вида форс-мажорных обстоятельств.

Связь П→ТК оказывает влияние на качество перевозки в плане обеспечения информационной связи пассажира с транспортной компанией при заказе и оформлении проездных документов, возврате неиспользованных проездных документов с компенсацией стоимости проезда в установленных законом и иными документами ситуациях, при предъявлении претензий, жалоб, предложений по улучшению качества обслуживания и других случаях.

Связь ТС→Э оказывает опосредованное влияние на безаварийность и безопасность перевозки пассажира через эргономичность рабочих мест экипажа в транспортном средстве, определяя степень утомляемости, скорость реакции, правильность действий экипажа при управлении транспортным средством, влияя, таким образом, на безаварийность и безопасность перевозки пассажира.

Связь Э→ТС также оказывает опосредованное влияние на безаварийность и безопасность перевозки пассажира через уровень владения экипажа навыками управления транспортным средством, уровень знаний и умений экипажа действовать в штатных и нештатных ситуациях.

Связь ТК→Э влияет на качество перевозки пассажира, так как транспортная компания должна проводить работу по подбору, обучению и переподготовке экипажей транспортных средств, влияя, таким образом, на безопасность перевозок.

Связи Э→ТК, ТС→ТК напрямую не влияют на качество перевозки пассажира. Квалифицированный персонал и современные транспортные средства влияют в основном на престиж транспортной компании, ее рейтинг.

Связь ТК→ТС является существенной в плане влияния на качество перевозки пассажира. Транспортная компания контролирует и обеспечивает готовность транспортного средства к выполнению перевозок, определяя тем самым своевременность доставки и оперативность перевозки. Кроме того, транспортная компания реализует процесс контроля и управления техническим состоянием транспортных средств, включая технический осмотр, техническое обслуживание и ремонт, заказ и поставку запасных частей и другие мероприятия, поддерживая на необходимом уровне надежность эксплуатируемых транспортных средств.

Проанализировав содержание всех влияющих связей, можно выделить следующие потребительские свойства перевозки, характеризующие ее пригодность удовлетворять потребности заказчика транспортной услуги. Во-первых, это - результативность, оперативность, ресурсоемкость процесса транспортирования, вместе составляющие свойство *эффективности оказания транспортной услуги*. Во-вторых, это – надежность функционирования транспортного средства, безаварийность перевозки, профессиональная пригодность экипажа, защищенность жизни и здоровья пассажира в форс-мажорных обстоятельствах и обеспеченность транспортного средства спасательными средствами, средствами оказания первой медицинской помощи, составляющие вместе комплексное свойство *безопасности перевозки*. В-третьих, это – *комфортность перевозки*, слагающаяся из просторности салона транспортного средства для пассажира, обеспеченности в транспортном средстве комфортных параметров внешней среды, обеспеченности возможности приема пищи, отдыха, сна и отправления естественных надобностей в длительных поездках. В-четвертых, это – *информационная обеспеченность перевозки*, формирующаяся из



полноты информации о всех параметрах и условиях перевозки, своевременности и периодичности доведения информации, обеспеченности по видам и каналам связи доведения информации.

Вариант дерева потребительских свойств качества транспортной услуги для перевозки гражданских пассажиров представлен на рис.2. На рис. 3. представлен вариант дерева потребительских свойств качества транспортной услуги по перевозке военнослужащих и военной техники. Сравнительный анализ деревьев, представленных на рис. 2 и 3, показывает, что состав потребительских свойств, формирующих в совокупности комплексное свойство – качество транспортной услуги, зависит от нескольких факторов: вида транспорта и сообщения, класса или категории перевозки, используемого подвижного состава. Так в состав дерева потребительских свойств качества транспортной услуги по перевозке военнослужащих и техники включено свойство скрытности перевозки, а свойства комфортности и информационной обеспеченности, важные для перевозки гражданских пассажиров, опущены. Поэтому важно до начала формирования дерева потребительских свойств качества транспортной услуги установить категорию перевозки по типу перевозимого контингента людей и грузов, виду транспорта, параметрам расстояния перевозки и времени в пути.

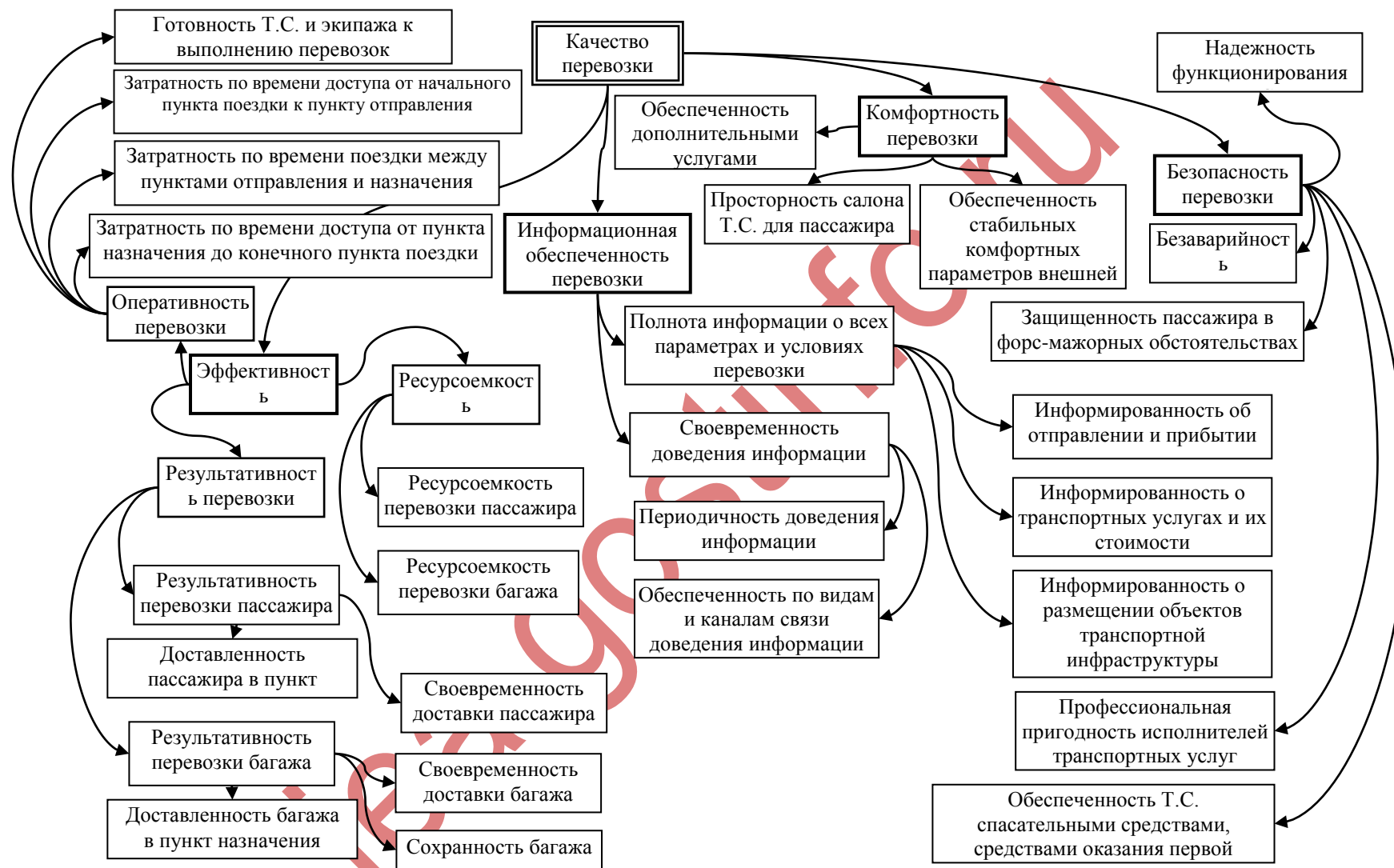


Рис. 2. Вариант дерева потребительских свойств качества транспортной услуги по перевозке гражданских пассажиров

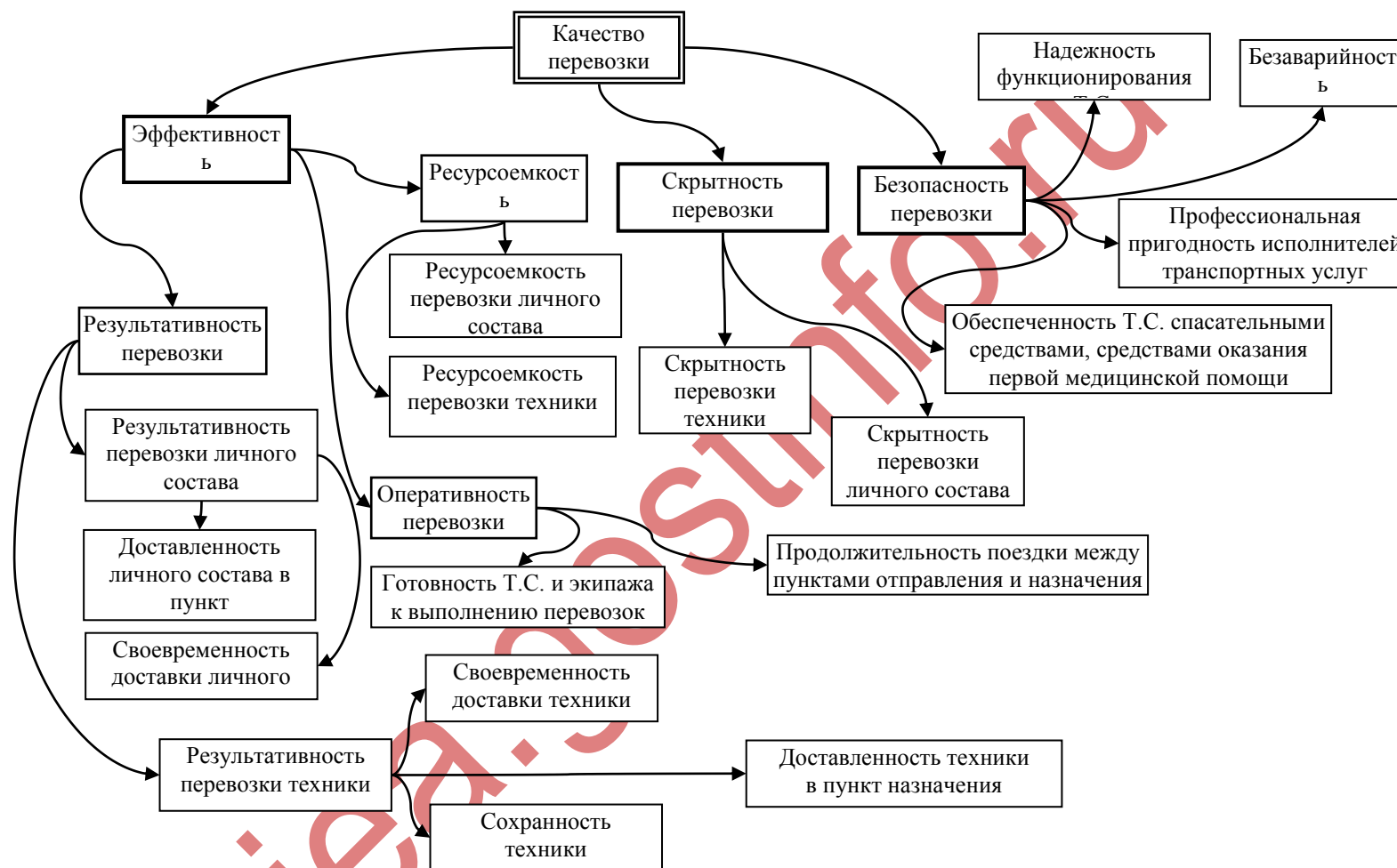


Рис. 3. Вариант дерева потребительских свойств качества транспортной услуги по перевозке военнослужащих и техники

*2. Выбор номенклатуры частных показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество транспортной услуги*

ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» устанавливает «номенклатуру рекомендуемых показателей качества пассажирских перевозок, осуществляемых всеми видами транспорта общего пользования, и основные положения по выбору показателей в соответствии с целями управления качеством пассажирских перевозок и совершенствования транспортного обслуживания потребителей». Настоящий стандарт устанавливает следующую «номенклатуру основных групп показателей качества по характеризующим ими потребительским свойствам пассажирских перевозок: показатели информационного обслуживания; показатели комфортности; показатели скорости; показатели своевременности; показатели сохранности багажа; показатели безопасности и экономические показатели».

Если ориентироваться на дерево, представленное на рис.2, то с учетом рекомендаций ГОСТ Р 51004-96, а также анализа специфики перевозок можно выделить следующие группы показателей качества транспортной услуги по перевозке гражданских пассажиров: показатели эффективности перевозки, показатели информационной обеспеченности перевозки, показатели комфортности перевозки и показатели безопасности перевозки.

Показатели эффективности перевозки, в свою очередь, подразделяются на показатели результативности, оперативности и ресурсоемкости перевозки пассажира и багажа. Показатели результативности перевозки пассажира и багажа включают показатели доставленности и своевременности доставки, а для багажа – сохранности. Показатели оперативности перевозки содержат показатели готовности транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок, показатели временных затрат на саму поездку, а также показатели затрат времени на доступ к начальному пункту поездки и на перемещение от

конечного пункта поездки к месту окончательного назначения пассажира и багажа. Показатели ресурсоемкости перевозки пассажира и багажа включают ряд стоимостных показателей перевозки пассажира и багажа, часть из которых перечислена в ГОСТ Р 51004-96.

Показатели информационной обеспеченности перевозки включают показатели полноты доведения пассажиру информации о всех параметрах и условиях перевозки, своевременности доведения информации, периодичности доведения информации и обеспеченности информирования по видам и каналам связи доведения информации.

Показатели комфортности перевозки включают: показатели обеспеченности пассажира дополнительными услугами, показатели просторности салона для пассажира, обеспеченности стабильных комфортных параметров внешней среды в салоне транспортного средства.

Показатели безопасности перевозки подразделяются на показатели надежности функционирования транспортных средств, показатели безаварийности перевозки, показатели защищенности пассажира в форс-мажорных обстоятельствах, показатели профпригодности исполнителей транспортных услуг, показатели обеспеченности транспортного средства спасательными средствами и средствами оказания первой медицинской помощи.

Для перевозки военнослужащих и военной техники предлагается рассматривать три группы показателей: показатели эффективности перевозки, показатели безопасности перевозки и показатели скрытности перевозки личного состава и техники.

### *3. Получение количественных оценок показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество транспортной услуги*

Методы получения количественных оценок показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество процесса, объекта или услуги достаточно подробно изложены в многочисленных работах по квалиметрии,

например в [1, 2, 8, 9]. Применительно к рассматриваемой номенклатуре показателей качества транспортной услуги можно выделить три основных подхода, различающиеся типом шкал, используемых для количественного оценивания показателей качества.

#### 1. Оценивание на основе бинарной шкалы «0, 1».

Бинарная шкала имеет только две градации степени проявления оцениваемого свойства: «0» или «1». «1» соответствует наличию у процесса перевозки рассматриваемого свойства, «0» - его отсутствию. Никакие промежуточные варианты не рассматриваются.

К таким свойствам качества транспортной услуги можно отнести: обеспеченность дополнительными услугами, защищенность пассажира в форс-мажорных обстоятельствах, информированность об отправлении и прибытии, информированность о транспортных услугах и их стоимости, информированность о размещении объектов транспортной инфраструктуры обслуживания пассажиров, обеспеченность по видам и каналам связи доведения информации, профессиональная пригодность исполнителей транспортных услуг, обеспеченность транспортного средства спасательными средствами, средствами оказания медицинской помощи.

Для бинарных свойств заранее должен быть сформирован и документально утвержден на уровне стандартов качества перечень параметров, который может быть проверен при мониторинге качества транспортной услуги. Если хотя бы один из параметров бинарного свойства не реализован, то все бинарное свойство считается отсутствующим, т.е. его показатель равен «0».

#### 2. Оценивание на основе абсолютной шкалы «0 – 1».

Значения оценок на основе абсолютной шкалы «0 – 1» принадлежат интервалу действительных чисел от 0 до 1. Применение данного типа шкалы позволяет рассматривать промежуточные между «0» и «1» степени наличия у процесса перевозки рассматриваемого свойства качества.

Такая шкала применяется в случаях, когда степень наличия свойства оценивается отношением числа перевозок, когда рассматриваемое свойство реализовано, к общему числу перевозок.

Получаемые таким образом оценки имеют смысл статистических оценок вероятности реализации рассматриваемого свойства в процессе многократно повторяемого цикла перевозки. К таким свойствам качества транспортной услуги можно отнести: доставленность пассажира в пункт назначения, доставленность багажа в пункт назначения, своевременность доставки пассажира, своевременность доставки багажа, сохранность багажа, готовность транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок, надежность функционирования транспортного средства, безаварийность.

### 3. Оценивание на основе нечеткой лингвистической шкалы.

Часть показателей качества перевозки, в отличие от рассмотренных выше, может быть оценена только с участием пассажира, что неизбежно вносит элемент субъективности в оценку качества.

К таким показателям можно отнести: затратность по времени доступа от начального пункта поездки к пункту отправления, затратность по времени поездки между пунктами отправления и назначения, затратность по времени доступа от пункта назначения до конечного пункта поездки, ресурсоемкость перевозки пассажира, ресурсоемкость перевозки багажа, периодичность доведения информации, своевременность доведения информации, просторность салона транспортного средства для пассажира, обеспеченность стабильных комфортных параметров внешней среды в транспортном средстве.

Снижение степени субъективности оценок перечисленных показателей может быть достигнуто за счет применения нечеткой лингвистической шкалы (НЛШ)[3, 10].

Сконструируем НЛШ для измерения субъективных оценок значений отдельного показателя качества процесса транспортирования. Пусть

показатель  $A_i$  отражает степень реализации  $i$ -го свойства качества перевозки. В формализованном виде показатель  $A_i$  представим в виде лингвистической переменной (ЛП) [7, 10]:

$$ЛП_{A_i} = (x, T(X), U, G, M),$$

где « $x$  – название переменной;  $T(X)$  – терм-множество переменной  $x$ ;

$U$  – нормированное универсальное множество базовой переменной  $u$ ,

$$U_{A_i} = [0,1];$$

$G$  – синтаксическое правило, порождающее названия  $X$  значений ЛП  $x$ ;

$M$  – семантическое правило, сопоставляющее  $x$  с её смыслом  $M(x)$ ».

В качестве примера НЛШ для одного из перечисленных выше показателей имеем:  $x_{A_i}$ : «Затратность по времени доступа от начального пункта поездки к пункту отправления»;  $G: T(X_{A_i}) = \{ \text{«малая (М)»}, \text{«средняя (С)»}, \text{«большая (Б)»} \}$ ;  $u_A \in U_{A_i}$ . Семантическое правило  $M$  сопоставляет значениям универсального множества базовой переменной – времени значения функций принадлежности (ФП) термов НЛШ:

$$M : \begin{cases} T_{1A_i} = M = \{ \langle u_{A_i}, \mu_{M_{A_i}}(u_{A_i}) \rangle \} \\ T_{2A_i} = C = \{ \langle u_{A_i}, \mu_{C_{A_i}}(u_{A_i}) \rangle \} \\ T_{3A_i} = B = \{ \langle u_{A_i}, \mu_{B_{A_i}}(u_{A_i}) \rangle \} \end{cases}$$

В приложениях теории нечетких множеств часто применяются (L-R) нечеткие множества. Для них более просто реализуются арифметические операции над НМ [7]. В частности, к (L-R) нечетким множествам относятся НМ с трапециевидными ФП. Примеры таких НМ представлены в таблице 1.



Таблица 1

Функции принадлежности НМ термов НЛШ для показателя  $A_i$

№	Наименование терма НЛШ	Графическое изображение ФП терма
1	$T_{M(A_i)}(u) = \text{«М»}$ - малая степень значений показателя $A_i$	
2	$T_{C(A_i)}(u) = \text{«С»}$ - средняя степень значений показателя $A_i$	
3	$T_{B(A_i)}(u) = \text{«Б»}$ - большая степень значений показателя $A_i$	

Ниже представлены аналитические выражения для ФП термов НЛШ:

$$\mu_M(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u \leq u_1^M, \\ \frac{u_2^M - u}{u_2^M - u_1^M}, & u_1^M < u < u_2^M, \\ 0, & u_2^M \leq u. \end{cases}$$

$$\mu_C(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u \leq u_1^C, \\ \frac{u - u_1^C}{u_2^C - u_1^C}, & u_1^C < u \leq u_2^C, \\ 1, & u_2^C < u \leq u_3^C, \\ \frac{u_4^C - u}{u_4^C - u_3^C}, & u_3^C < u \leq u_4^C, \\ 0, & u_4^C < u. \end{cases}$$

$$\mu_B(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u \leq u_1^B, \\ \frac{u - u_1^B}{u_2^B - u_1^B}, & u_1^B < u < u_2^B, \\ 1, & u_2^B \leq u. \end{cases}$$

В ходе проводимого по результатам поездки опроса пассажиры с помощью предъявляемых НЛШ выбирают один из трех возможных термов НЛШ по каждому из показателей качества. Результаты экспертного нечеткого оценивания показателя  $A_i$   $l$ -м пассажиром представляются в виде нечетких оценок  $\Xi_l(A_i)$ :  $\Xi_l(A_i) = \langle \underline{A}_{il} \rangle$ , где  $\underline{A}_{il} = \{ \langle u, \mu_{\underline{A}_{il}}(u) \rangle \}$ . ФП  $\mu_{\underline{A}_{il}}(u)$  в данном случае равна ФП терма НЛШ, выбранного пассажиром в качестве нечеткой оценки показателя  $A_i$ .

При оценивании показателя  $A_i$  с помощью опроса  $L$  пассажиров процедура оценивания показателя  $A_i$  будет выполняться следующим образом [6]. Пусть  $g_{il}^A$  - номер терма НЛШ, выбранного  $l$ -м экспертом в качестве нечеткой оценки параметра  $A_i$ . Тогда результирующую нечеткую групповую оценку  $\mu_{T_{g_{il}^A}}(u)$  показателя  $A_i$  определим как нечеткое число, ФП которого равна ФП номера терма НЛШ  $g_{A_i}^L$ , наиболее близкого к усредненной групповой оценке  $\overline{g}_i^A$ :

$$g_{A_i}^L = \arg \min_{j=1,3} (|\overline{g}_i^A - g_{ij}^A|),$$

где  $\overline{g}_i^A = \frac{\sum_{l=1}^L g_{il}^A}{L}$ ,  $g_{ij}^A$  - номер  $j$ -го терма НЛШ, применяемой для оценивания параметра  $A_i$ .

#### 4. Получение обобщенной количественной оценки качества транспортной услуги

Обобщенную количественную оценку качества транспортной услуги получим методом аддитивной свертки оценок всех частных показателей качества  $A_i$  с весовыми коэффициентами  $\alpha_i$

$$K_{TY} = \sum_{i=1}^N \alpha_i A_i, \quad (1)$$

где  $A_i$  - оценка  $i$ -го частного показателя качества транспортирования, в общем случае

$$A_i = \begin{cases} 0 \text{ или } 1, \text{ при применении бинарной шкалы} \\ a_i \in [0,1], \text{ при применении абсолютной шкалы "0-1"} \\ \tilde{A}_i = \left\{ a_i, \mu_{T_{g_{A_i}^L}}(u) \right\}, \text{ при применении НЛШ.} \end{cases}$$

Таким образом, обобщенная количественная оценка качества транспортной услуги  $K_{TY}$  есть НМ, задаваемое на интервале  $[0,1]$  функцией принадлежности  $\mu_{K_{TY}}(u)$ . Значения ФП  $\mu_{K_{TY}}(u)$  рассчитываются по формуле (1) на основе принципа обобщения Л.Заде [5]. Формулы для расчета произведения нечеткого трапецидального числа на обычное четкое число и для расчета суммы нечетких чисел приведены в [7].

##### 5. Получение обобщенной качественной оценки качества транспортной услуги

Итоговая оценка качества транспортирования получается в результате преобразования нечеткой обобщенной оценки (1) к качественной оценке с применением НЛШ  $ЛП_{K_{TY}}$  для обобщенного показателя качества, сформированной аналогично как для НЛШ  $ЛП_{A_i}$  с термами, например, вида

$$T(X_{K_{TY}}) = \{ \text{«Низкое (М)», «Среднее (С)», «Высокое (В)»} \}.$$

Решение о выборе конкретного терма принимается на основе определения минимального расстояния между НМ и НМ термов НЛШ для

$ЛП_{КТУ}$ . Расстояние между НМ может быть определено, например, на основе расстояния Хемминга (линейного расстояния) по формуле [10]:

$$r(\underline{K}_{ТУ}, \underline{T}_{КТУ}) = \int_0^1 |\mu_{\underline{K}_{ТУ}}(u) - \mu_{\underline{T}_{КТУ}}(u)| du.$$

Таким образом, в статье рассмотрены вопросы оценивания качества транспортной услуги на основе системного анализа состава потребительских свойств, формирующих в совокупности комплексное свойство – качество транспортной услуги. Дана характеристика способов решения задачи выбора номенклатуры частных показателей свойств, входящих в комплексное свойство – качество транспортной услуги. Пояснены особенности получения количественных оценок показателей свойств, входящих в комплексное свойство качества транспортной услуги. Предложен подход к получению обобщенной количественной оценки качества транспортной услуги на основе аддитивной свертки четких бинарных оценок, вероятностно-статистических оценок и нечетких экспертных оценок. Изложены рекомендации по получению обобщенной качественной оценки качества транспортной услуги на основе определения минимального расстояния между нечеткой обобщенной оценкой качества транспортирования и термами нечеткой лингвистической шкалы, применяемой для качественной интерпретации нечеткой количественной оценки обобщенного показателя качества транспортирования.

### Список использованных источников и литературы

1. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов»: Учеб. Пособие / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В. Садовов. – М.: Высшая школа, 2010. – 143 с.
2. Барт Т.В. Управление качеством / Т.В. Барт. – М.: МИЭМП, 2010. – 256 с.

3. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976.
4. Военная системотехника и системный анализ / Модели и методы подготовки и принятия решений в сложных организационно-технических комплексах в условиях неопределенности и многокритериальности / Под ред. д-ра техн. наук проф. Б.В. Соколова. – СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 1999. – 496 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 166 с.
6. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
7. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.
8. Окрепилов В.В. Менеджмент качества / В.В. Окрепилов; в 2-х томах; том 2. – СПб.: Наука, 2007. – 656 с.
9. Окрепилов В.В. Эволюция качества / В.В. Окрепилов. – СПб.: Наука, 2009. – 744 с.
10. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. - М.: Энергоиздат, 1981.

© Миронов А.Н.  
© Шестопалова О.Л.  
© Ниязова Ю.М.  
© Сидоров Д.А.