

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОРТОВЫХ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.

Качество продукции в последние десятилетия стало играть решающую роль в обеспечении ее конкурентоспособности. Однако до настоящего времени нет единого подхода к оценке качества многих видов сложных технических изделий. В настоящей работе предпринята попытка с системных позиций выявить основные разновидности и группы показателей качества на примере портовых подъемно-транспортных машин.

Рассматривая отдельные подъемно-транспортные средства как системы, имеющие внутреннее строение (элементы, связи, их взаимодействие, состояние и т.п.), обнаруживаем внутреннее, материально-структурное качество. Для его оценки предназначены следующие основные группы показателей: конструктивного совершенства структуры, материального состава, взаимозаменяемости, и состояния.

На отдельных стадиях жизненного цикла (маркетинговое исследование, проектирование, изготовление, хранение, транспортирование, реализация, использование по назначению, техническое обследование и ремонт, испытание, утилизация) портовая техника (объект) по необходимости определенное время находится в сфере различных, больших по масштабу, систем, по существу выступая в роли своеобразного элемента этих систем. При этом она обнаруживает внешнее качество.

На стадии проектирования к таким системам относятся патентно-правовая система и система стандартизации и унификации. Здесь изделие представлено в форме мысленной модели-проекта, зафиксированного на каком-либо носителе информации на текстово-графическом языке. На стадии изготовления изделие приобретает форму материальной модели (опытного, головного или серийного образца), оказывается в технологической системе. В системе хранения, межнавигационного или технологического простоя портовая техника имеет форму объекта хранения, в транспортной системе - форму груза, в системе реализации – форму товара.

В процессе использования объектов по назначению (целевого использования) они одновременно находятся в составе нескольких систем. В плане обработки грузов в порту подъемно-транспортные машины являются элементами системы транспортной логистики. В процессе взаимодействия операторов (крановщиков, стропальщиков и др.) с подъемно-транспортной техникой каждый объект оказывается элементом эрготической системы, т.е. системы человек-изделие. Дополнительно можно выделить системы “ПТМ – электрическая сеть”, “ПТМ – подкрановый путь”, “ПТМ – окружающая природная среда”, “ПТМ – портовые сооружения” и др. Совокупность всех систем, в которые портовая техника входит в процессе использования по назначению, назовем комплексной системой функционирования.

Аналогичным путем можно рассмотреть ПТМ в форме объекта технического обслуживания и ремонта, испытаний, утилизации. Каждая система, в которой оказывается ПТМ, предъявляет к ней конкретные сведения. Необходимо заблаговременно обеспечить ПТМ этим требованиям тем или иным способом. Дело в том, что внутреннее (материально-структурное) качество в объектах строго материализовано, а внешнее качество присутствует в них лишь в виде потенциальной возможности включения в ту или иную систему с учетом предъявляемых требований. Способы обеспечения этой потенциальной возможности многообразны. В большинстве случаев это выполнение условий той или иной совместимости (по присоединительным размерам, роду электрического тока и его напряжению, по мощности, характеристикам и т.д.). В общем случае это совместимость механическая, энергетическая и информационная.

Продолжительность пребывания объектов портовой техники в рассмотренных системах различна. Наиболее длительно (весь срок службы) объекты находятся в комплексной системе функционирования. В связи с этим целесообразно различать две разновидности внешнего качества: функциональное и потенциально-системное. Последняя разновидность является совокупным внешним качеством, проявляющимся во всех потенциально-возможных системах (кроме комплексной функциональной).

Функциональное качество можно оценить следующими основными группами показателей: логистичности (паспортные характеристики, области, способы и условия использования), безопасности, безотказности, долговечности, экономичности, эксплуатационным расходам, эргономичности, экологичности, эстетичности.

Для оценки потенциально-системного качества используем показатели групп свойств, обнаруживающихся в потенциально-возможных системах: патентно-правовые, стандартизации и унификации, технологичности изготовления, контроле пригодности, сохраняемости, транспортабельности, конкурентоспособности, ремонтпригодности, утилизируемости.

Рассмотренные разновидности внешнего качества соотносятся с определенными стадиями жизненного цикла подъемно-транспортных машин. Вместе с тем на всех стадиях объект портовой техники постоянно находится в экономической системе, поэтому необходимо предусмотреть особую группу экономических показателей качества ПТМ.

Здесь необходимо отметить, что конкурентоспособность как свойство объекта обнаруживается (актуализируется) на стадии реализации как реальность. На более ранних стадиях, начиная с маркетингового исследования и проектирования, конкурентоспособность необходимо обеспечить и оценить, прогнозируя характеристики рынка. В наиболее общем виде расчетная оценка конкурентоспособности имеет вид:

$$K = \frac{\text{Э}}{\text{ЦП}}, \quad (1)$$

где Э – полезный эффект, получаемый потребителем ПТМ за весь срок ее службы;

ЦП – цена потребления ПТМ, включающая цену приобретения, расходы на транспортирование, монтаж и испытания, а также эксплуатационные расходы за срок службы.

Очевидно, что приведенная оценка, по сути, является комплексным показателем качества. В числителе находится оценка функционального качества, а в знаменателе – экономический показатель, отражающий суммарную эффективность совокупности всех стадий жизненного цикла ПТМ.

Методы количественной оценки показателей качества ПТМ разделяются на три группы:

1. Экспериментальные
2. Экспертные
3. Расчетные

К экспериментальным методам относятся инструментальные, регистрационные и органолептические методы. Инструментальные методы основаны на использовании измерительных, диагностических и испытательных технических средств. При регистрационных методах в ручном варианте фиксируются отказы, сбои, затраты времени, труда, электроэнергии, материалов и финансовых средств в журналах учета. В автоматизированном варианте используются счетчики, самописцы, регистраторы и др. технические средства. В органолептических методах предусматривается использование возможностей органов чувств человека. Здесь наиболее распространено использование зрения (различные осмотры), слуха (оценка уровня шума, обнаружение характерных стуков), осязания (нагрев отдельных элементов и узлов, вибрация) обоняния (запах разогретого масла, горячей электроизоляции). Привлекаемые в этой работе специалисты по существу являются чувственными экспертами. Инструментальные методы могут быть использованы при наличии изделия или технологического процесса их производства.

Экспертные методы используются на любой стадии жизненного цикла изделия и базируются на оценках опытных специалистов, имеющих опыт экспертной работы. Здесь для работы привлекаются интеллектуальные эксперты. В зависимости от числа используемых

экспертов различают методы одиночной, групповой и массовой оценки. Методы одиночной оценки используются одним специалистом, обычно работником фирмы, выполняющим свои повседневные обязанности по оценке и контролю качества изделий.

Методы групповой оценки предполагают привлечение извне в ответственных случаях нечетного количества (5,7,9 и т.д.) экспертов, имеющих для большей объективности различное отношение к изделиям (конструктор, технолог, маркетолог, эксплуатационник и др.). Результаты экспертизы усредняются методами математической статистики. Применительно к ПТМ наиболее приемлемыми следует считать методы предпочтения и однократного парного сопоставления. При этом может решаться одна из двух задач: оценка коэффициентов весомости в формулах свертки единичных показателей качества ПТМ; оценка значений единичных показателей или комплексного показателя качества ПТМ по какой-либо измерительной шкале. Учитывая, что единичные показатели качества разнородные (измеряются в различных единицах измерения), а разброс их числовых значений превышает один порядок, следует использовать геометрическую свертку (формулу для среднего геометрического взвешенного):

$$\overline{Q}_r = Q_1^{A_1} \cdot Q_2^{A_2} \cdot Q_3^{A_3} \cdot \dots \cdot Q_n^{A_n}, \quad \sum_{i=1}^n A_i = 1, \quad (2)$$

где Q_i – значения единичных показателей качества ПТМ;

A_i – значения коэффициентов весомости (значимости) единичных показателей на их общем фоне.

Для повышения достоверности экспертных оценок необходимо определять коэффициент согласия (конкордации) экспертов, по существу являющийся показателем качества экспертной группы как коллективного измерителя. Для каждого метода экспертной оценки формула коэффициента согласия своя. В случае метода предпочтения эта формула имеет вид:

$$W = \frac{12S}{N^2(n^3 - n)}, \quad 1 \geq W \geq 0, \quad (3)$$

где S – сумма квадратов отклонений суммы рангов от среднеарифметического ранга;

N – число привлеченных экспертов;

n – число объектов экспертизы.

Условием достаточности является $W \geq 0.5$. Если по итогам первого тура экспертизы согласие не достаточное, результаты считают учебными, тренировочными и проводят открытое обсуждение каждой оценки с целью достижения единого понимания задачи экспертизы. После чего проводится второй тур, и т.д. до момента, пока согласие не будет достигнуто. Последние результаты считают результатами экспертизы. В редком случае, когда согласие от тура к туру не растет, экспертную группу распускают и набирают новую с более тщательным отбором экспертов. При этом используют хорошо апробированные способы оценки компетентности экспертов:

1. Самооценка способностей путем заполнения специальной анкеты, разработанной психологами;
2. Оценка группой экспертов каждого специалиста;
3. Оценка на основе опыта и результатов прошлой деятельности экспертов.

Оценку компетентности экспертов можно производить в соответствии с некоторой шкалой оценок. Рекомендуются использовать следующую шкалу (Табл.1).

Одним из путей объединения ряда объективных и субъективных оценок является определение обобщающего коэффициента компетентности для каждого эксперта:

$$\alpha_i = (k_{iz} \sum_{z=1}^r l_z) \sum_{z=1}^r l_z, \quad (4)$$

где k_{iz} – оценка (коэффициент) компетентности i -ого эксперта (определяемая как одна десятая от балла оценки), полученная z -м способом;

l_z - коэффициент весомости z -ого способа оценки в общей системе оценок;

z – индекс применяемого способа оценки ($z=1, r$).

Шкала оценок компетентности экспертов при оценке качества портовых ПТМ.

Таблица 1

NN п/п	Градация шкалы	Баллы
1.	Эксперт не знаком с вопросом	0
2.	Эксперт плохо знаком с вопросом (вопрос входит в сферу его интервью)	1,2,3
3.	Эксперт удовлетворительно знаком с вопросом (вопрос тесно связан со смежной областью специализации эксперта)	4,5,6
4.	Эксперт хорошо знаком с вопросом (принимает участие в практическом решении вопроса по роду своей деятельности)	7,8,9
5.	Входит в сферу узкой специализации эксперта	10

Большое значение в обеспечении достоверности экспертной оценки качества ПТМ имеет численный состав экспертной группы. Можно рекомендовать два основных способа определения оптимальной численности экспертной группы. Первый способ используется в тех случаях, когда для целей экспертизы достаточно получить на каждый из ряда вопросов ответ по крайней мере одного эксперта, а на первый план выступает требование минимальных затрат времени и средств на организацию и проведение коллективной экспертной оценки. Тогда решение о выборе экспертов должно быть осуществлено методом случайного поиска.

Второй способ определения численности экспертной группы основан на установлении максимальной и минимальной границ численности группы. Он заключается в соблюдении двух основных условий:

- 1) высокая средняя компетентность группы;
- 2) стабилизация средней оценки прогнозируемой характеристики.

Первое условие используется для определения максимальной численности группы:

$$ck_{\max} \leq \sum_{i=1}^{n_{\max}} k_i / n_{\max}, \quad (5)$$

где c – константа;

k_{\max} - максимально возможная оценка компетентности по используемой шкале;

k_i - оценка компетентности i -ого эксперта;

n_{\max} - максимальная численность группы экспертов.

Для определения константы используется понятие “кворум” при голосовании, в соответствии с которым решение считается принятым. Например, $c=2/3$. Тогда после преобразования выражения (5) получим:

$$n_{\max} \leq \left(\sum_{i=1}^{n_{\max}} 3k_i \right) / 2k_{\max}, \quad (6)$$

На основании второго условия определяется минимальная численность экспертной группы. Условие стабилизации средней оценки прогнозируемой характеристики формируется следующим образом. Включение или исключение эксперта из группы незначительно влияет на среднюю оценку группы:

$$(\bar{b} - b') / b_{\max} < \varepsilon, \quad (7)$$

где \bar{b} – средняя оценка прогнозируемой характеристики, данная экспертной группой;
 b' – средняя оценка прогнозируемой характеристики, данная экспертной группой, из которой исключен (или в которую включен) один эксперт;
 b_{\max} – максимально возможная оценка прогнозируемой характеристики в принятой шкале;
 ε – средняя погрешность заданной оценки.

В зависимости от допустимой погрешности средней оценки можно определить минимальную численность экспертной группы как:

$$n_{\min} = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right), \quad (8)$$

Окончательная численность экспертной группы формируется на основании последовательного исключения малокомпетентных экспертов. При этом должно соблюдаться условие:

$$k_{\max} - k_i < \eta, \quad (9)$$

где η – допустимая величина отклонения компетентности i -ого эксперта от максимальной компетентности по шкале.

Численность группы устанавливается в пределах:

$$n_{\min} \leq n \leq n_{\max}, \quad (10)$$

Причем число экспертов желательно выбирать нечетным.

Методы массовой оценки основываются на использовании в роли своеобразных экспертов фактических или потенциальных потребителей ПТМ. Для сбора мнений (оценок) можно использовать различные средства (анкеты – вопросники, устные опросы – беседы, практические конференции). Результаты усредняются математическим путем.

Расчетные методы оценки качества ПТМ основаны на использовании различных методик, исходные данные для которых получены в прошлом экспериментальным или экспертными методами для аналогичной или хотя бы близкой продукции. Расчетными методами можно определить характеристики прочности, износостойкости, долговечности, безотказности, производительности и др.

В ряде случаев целесообразно использовать одновременно несколько различных методов и сопоставить полученные оценки качества.

Представляют интерес сравнительные оценки качества ПТМ, когда есть изделие аналогичного назначения, принятое за базу для сравнения. В качестве базового изделия, в

зависимости от целей сравнительной оценки, может выступать изделие ближайшего конкурента или наиболее ходовое изделие в избранном фрагменте рынка.

Для прямо пропорциональных единичных показателей качества (чем больше, тем лучше) используется формула сравнительной оценки:

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_{i\delta\delta a}} k_{ib} \quad , \quad (11)$$

где Q_i - значение i – ого единичного показателя качества оцениваемой ПТМ;

$Q_{i\delta\delta a}$ - значение такого же показателя базового изделия;

k_{ib} - коэффициент вето, представляющий собой логическое условие.

$$k_{ib} = \begin{cases} 1, & \text{если } Q_i \geq Q_{\min}^{\delta\delta a} \\ 0, & \text{если } Q_i < Q_{\min}^{\delta\delta a} \end{cases} \quad (12)$$

где $Q_{\min}^{\delta\delta a}$ - минимально допустимое значение для данного сегмента рынка этого показателя (оценивает маркетолог). При меньшем значении показателя не обеспечивается реализуемость изделий.

В случае, когда сравнительная оценка качества производится по обратно пропорциональному показателю (чем меньше, тем лучше, например, интенсивность отказов или расход электроэнергии), формулы имеют вид:

$$q_i = \frac{Q_{i\delta\delta a}}{Q_i} k_{ib} \quad , \quad (13)$$

$$k_{ib} = \begin{cases} 1, & \text{если } Q_i \leq Q_{\max}^{\delta\delta a} \\ 0, & \text{если } Q_i > Q_{\max}^{\delta\delta a} \end{cases} \quad (14)$$

Здесь $Q_{\max}^{\delta\delta a}$ - максимально допустимое значение показателя для данного сегмента рынка.

Рассмотренная здесь классификация показателей качества портовых ПТМ произведена на основе интуиции и опыта. В то же время каждый показатель является мерой, т.е. характеристикой определенного свойства ПТМ. Поэтому в дальнейшем следует уделить внимание изучению и классификации свойств объекта в различных условиях его использования. Это позволит более точно определить набор показателей качества и проклассифицировать их по более строгим критериям.

Представляет, кроме того, интерес вопрос применимости отдельных групп показателей качества на ранних стадиях жизненного цикла ПТМ и в различных условиях эксплуатации. В связи с этим настоящее исследование следует продолжать.