

Показатели качества этапов жизненного цикла конструкций ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов

ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»

Проведен анализ существующих классификационных схем всех уровней показателей качества продукции применительно к конструкциям ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов, на основе которого предложен многоуровневый классификатор квалиметрических показателей их качества, включающий четыре комплексных входящих в них четырнадцать групповых, в которые вошли 39 единичных показателей. Предложенный классификатор ориентирован на научно обоснованное обеспечение методов и документов, устанавливающих соответствие агрегатов ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов прогнозируемому уровню их интегрального качества на всех этапах жизненного цикла.

Ключевые слова: показатели качества, конструкции ракетно-космической техники, многоуровневый классификатор, полимерные композиционные материалы.

Как было показано в работе [1], применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в изделиях ракетно-космической техники (РКТ), как и в авиационном и других конструкциях машиностроения, является эффективным^{*)} средством повышения их эксплуатационных (функциональных) характеристик. Поэтому объем применения ПКМ в агрегатах РКТ перманентно увеличивается вместе с ростом функциональных характеристик композитов.

РКТ, как и подобные другие виды продукции машиностроения, обладает общими для технических систем (ТС) показателями (характеристиками), которые определяют ее совершенство, т.е. полноту всех достоинств или высшую степень какого-либо положительного качества. В соответствии со стандартом ISO 8402 (BS 4778) качество – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям.

Таким образом, общими функциональными количественными характеристиками ТС являются показатели качества (ПК). ПК можно разделить на те или иные основные группы, формируемые по принципу близости или общности входящих в них и соподчиненных с ними характеристик. Сформировавшаяся в настоящее время в результате работ отечественных ученых квалиметрия [2 – 10] предложила принципиальную иерархическую классификационную схему уровней показателей качества продукции (рис. 1).

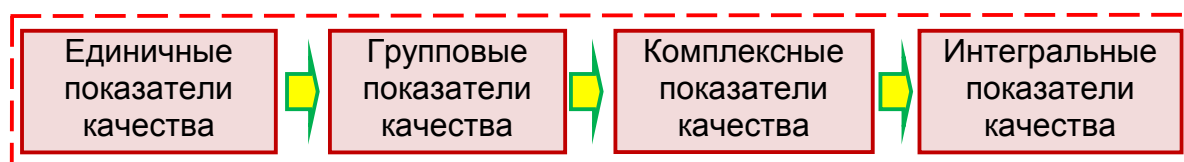


Рис. 1. Иерархическая схема показателей качества продукции

^{*)} Эффективность – соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами (ДСТУ ISO 9000-2001).

Как известно [8], единичным ПК является параметр, характеризующий количественно какое-либо одно свойство ТС или ее подсистемы. Групповой ПК функционально и количественно описывает ПК нескольких свойств ТС. Комплексный ПК определяет также функционально и количественно ПК нескольких групповых ПК, близких между собой на более высоком иерархическом уровне. Интегральный ПК есть функция, объединяющая все ПК предшествующих уровней, а также ее квалиметрическое значение.

Квалиметрия – наука об анализе и синтезе ПК, их иерархическом соотношении и методах прогнозирования качества продукции на ранних стадиях ее проектирования, позволяющих также производить корректировку его интегрального количественного показателя по мере реализации этапов жизненного цикла данной продукции [2, 6 – 10]. Определяемые квалиметрией ПК являются количественной основой системы качества продукции.

Система качества – совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления управления качеством [11]. Система управления качеством есть система управления, которая направляет и контролирует деятельность организации в области качества (ДСТУ ISO 9000-2001).

Принципиальное соотношение ролей квалиметрии и системы управления качеством состоит в том, что квалиметрия является объективной научной базой для мониторинга требований потребителей к продукции и анализа степени их удовлетворенности качеством этой продукции, когда только планируется ее выпуск, т.е. на стадии разработки требований к ней, а также на всех основных этапах ее жизненного цикла: производства, эксплуатации и утилизации. На каждом из этих этапов определяются ПК продукции, сравниваемые с прогнозируемыми в результате мониторинга требованиями к ней. Система же управления качеством в соответствии с ее определением обеспечивает организацию и контроль деятельности производителя, направленные на реализацию прогнозируемых (заложенных в проектную документацию) ПК данной продукции.

Таким образом, качество продукции обеспечивается исследованием рынка, системами обслуживания поставщиков и потребителей, оптимизацией проектируемой продукции, передовой технологией, образцовым исполнением, технико-экономической эффективностью, надежностью и долговечностью, технологичностью и ремонтпригодностью, патентной чистотой, стандартизацией и унификацией, технической эстетикой, качеством сырья, материалов и полуфабрикатов, качеством оснастки и инструментов, качеством оборудования, научной организацией труда и производства, технической подготовкой производства, квалификацией и технической учебой кадров, технологической дисциплиной, соблюдением технических условий и чертежей, автоматизацией и механизацией производства, применением компьютерных интегрированных технологий проектирования, производства и анализа, метрологическим обеспечением, обкаткой и испытанием, правильным хранением и транспортировкой, рациональной эксплуатацией, совершенствованием конструкции и технологии, самоконтролем и сознательностью исполнителей, стимулированием качества продукции, аудитом [8].

Для обеспечения качества продукции в международной практике применяются стандарты серии ISO 9000.

Системное управление качеством в современных условиях является основным способом создания конкурентоспособной продукции. Только тот товар, кото-

рый создается в расчете на определенного потребителя, оказывается конкурентоспособным.

Критерии сравнения и степень их влияния на оценку продукции потребителем приведены на рис. 2. Данные рисунка свидетельствуют о том, что конкурентоспособность продукции определяющим образом зависит от ее качества, а также от имиджа предприятия, выпускающего эту продукцию.

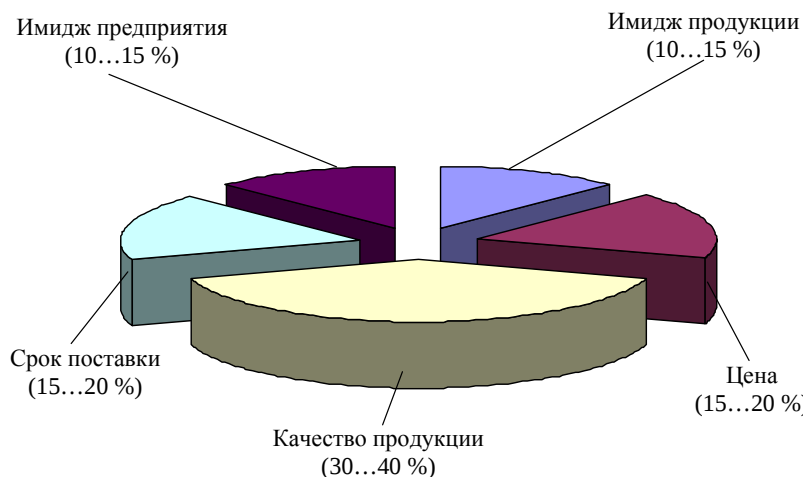


Рис. 2. Критерии сравнения и степень их влияния на оценку продукции потребителем

На основе стандартов ISO 9000. с учетом обширных и информативных источников [12 – 26] разработаны системы управления качеством различной технической продукции, в том числе и близкой к РКТ авиационной техники [27].

В значительной степени хуже обстоит дело с квалиметрическим обеспечением систем управления качеством. Хотя, как указывалось выше, классификационная иерархическая схема ПК (рис. 1) предложена давно, до настоящего времени не сложилось как единства в терминологии составляющих ПК, так и в их конкретном содержательном определении, хотя их различные формулировки содержатся во многих источниках [8, 28 – 30].

Так, в [30] отмечается, что предварительная оценка качества проектируемого или уже эксплуатируемого изделия возможна по одному или нескольким главным для данного изделия свойствам.

Согласно [29] при анализе качества изделий используется восемь групп показателей качества.

Показатели назначения определяют способность изделий выполнить заданные функции в соответствии с современным уровнем науки и техники.

Показатели надежности характеризуют способность изделия выполнять поставленную задачу в течение заданного срока и при соблюдении заданных параметров.

Показатели технологичности определяют степень совершенства конструкции изделия с точки зрения требований производства.

Экономические показатели характеризуют затраты на проектирование и производство изделия, определяют экономическую эффективность его в эксплуатации.

Эргономические показатели определяют степень совершенства системы человек – машина – среда. К ним относятся гигиенические, психофизиологические, антропологические показатели. Они характеризуют температуру, освещен-

ность, влажность и уровень шума в аппарате, величину усилий для управления, размеры кресел, быстроту и количество показаний приборов, воздействие аппарата на окружающую среду.

Показатели стандартизации и унификации показывают степень использования в конструкции изделия стандартных и унифицированных готовых изделий, сборочных единиц, крепежа, материалов.

Эстетические показатели выражают совершенство и гармоничность цвета и форм изделий, соответствие внешнего вида и внутренней отделки современным стилю, моде и взглядам на красоту.

Патентно-правовые показатели определяют патентную чистоту изделий и защищенность авторскими свидетельствами решений, использованных в его конструкции.

Наиболее существенное влияние технология оказывает на показатели назначения, надежности, технологичности и экономические.

В более позднем источнике [28] свойства продукции разделяются на четыре основные группы: потребительские, экономические, производственные и ограничивающие производство и рынок сбыта продукции.

Потребительские ПК продукции определяют привлекательность ее для заказчика (потребителя). В их состав входят: свойства, определяющие назначение; характеризующие точность функционирования, надежность (безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность); эргономические; эстетические, а также свойства транспортабельности и безопасности продукции для пользователя. Состав свойств, определяющих назначение технических систем и численные значения их показателей, зависит от требований, которые предъявляются к ним в процессе эксплуатации.

Из группы потребительских ПК выделяют свойства, характеризующие функционирование технической системы в соответствии со служебным назначением. Существенное значение имеют ПК точности и надежности функционирования. Для ракетно-космических систем показателями назначения являются тактико-технические показатели.

Экономические ПК характеризуют затраты на приобретение, использование по служебному назначению за весь прогнозируемый срок службы затраты на утилизацию изношенных и невостребованных изделий. Эти свойства противопоставляются потребительским свойствам продукции [28]. В состав экономических ПК входят рыночная цена потребления и цена потребления.

Производственные ПК оказывают существенное влияние на производственные затраты и время поставки продукции заказчику. Эти свойства не входят в состав потребительских ПК продукции. Они скрыты в затратах на производство продукции и важны для производителя, поскольку безубыточность производства определяется разностью между рыночной ценой, зависящей от совокупности потребительских свойств, и себестоимостью продукции, являющейся результатом деятельности изготовителя.

К производственным ПК относят интегральные свойства технологичности, продолжительность цикла производства, производственные затраты на единицу продукции, трудоемкость, частные ПК технологичности, которые представляют собой взаимозаменяемость; национальную и международную стандартизацию; унификацию и повторяемость элементов конструкции.

К ПК, ограничивающим производство и рынок, относят: патентно-правовые, экологические и свойства, обусловленные национальной и международной стандартизацией.

Патентно-правовые ПК характеризуют степень обновления технических решений, использованных в продукции, их патентную чистоту, а также возможность беспрепятственной реализации продукции внутри страны и за рубежом.

Экологические ПК характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при производстве, эксплуатации или потреблении и утилизации изношенной или невостребованной продукции. При выборе и определении этих показателей необходимо учитывать требования по охране окружающей среды.

ПК могут быть функциями геометрических, механических, электрофизических, теплофизических и других параметров, оговоренных в конструкторской документации (КД), в технических требованиях чертежа, в технических условиях (ТУ), в государственных и отраслевых стандартах, в технических описаниях по эксплуатации РКТ и технологического оснащения.

На рис. 3 представлено сравнение классификационных схем ПК, определяемых соответственно в [28] и [29].

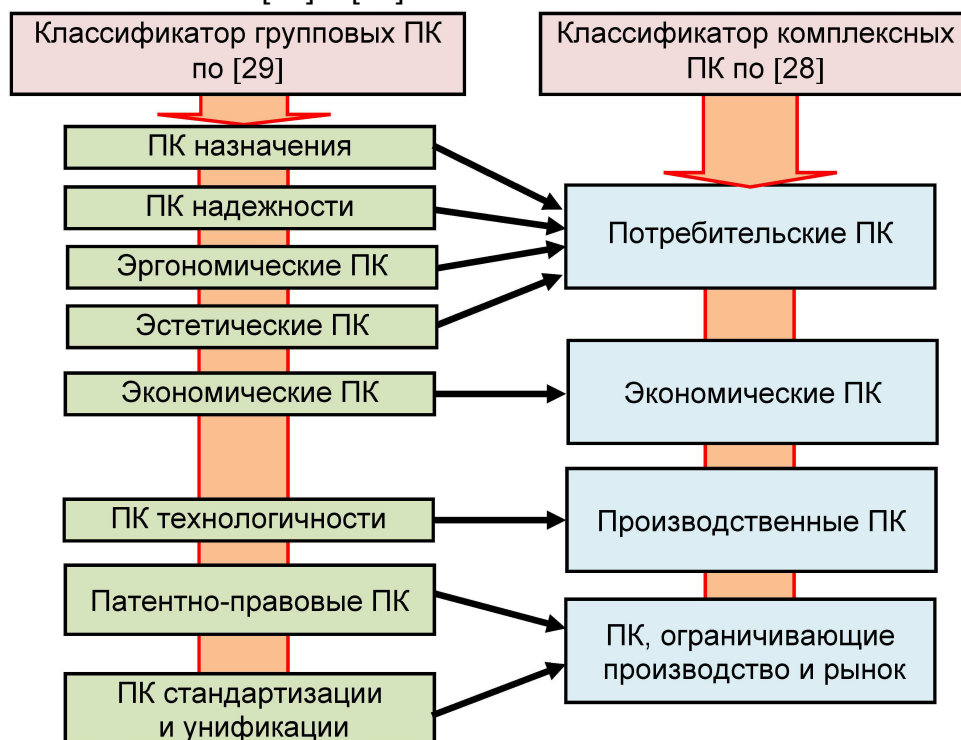


Рис. 3. Сравнение классификационных схем показателей качества [28] и [29]

Из этой сравнительной схемы следует, что обе классификационные схемы содержат практически одни и те же ПК, названия некоторых из которых несколько отличаются в рамках сохранения сущности. При этом основное различие в этих классификационных схемах состоит в том, что некоторые ПК схемы [28] трактуются как групповые, а согласно [29] они включаются в комплексные ПК, что не является принципиальным.

Принимая за основу классификационную схему [28], классификатор ПК, включающий и единичные ПК, можно представить в иерархическом виде, принятом в квалиметрии (см. рис. 1). Вследствие громоздкости этого классификатора ниже он представлен в виде фрагментов (рис. 4).

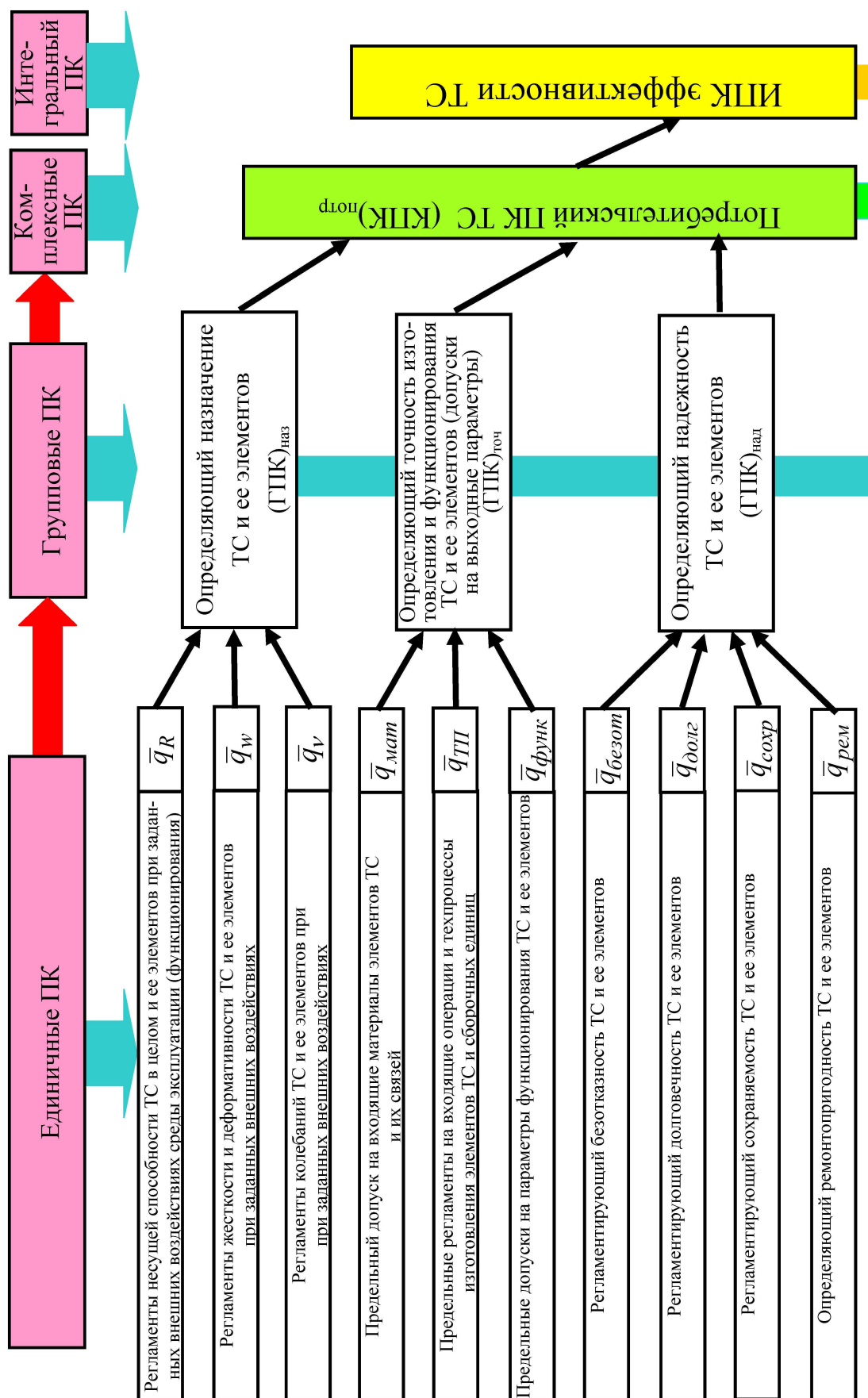


Рис. 4. Фрагмент классификатора иерархических уровней показателей качества технической системы РКТ

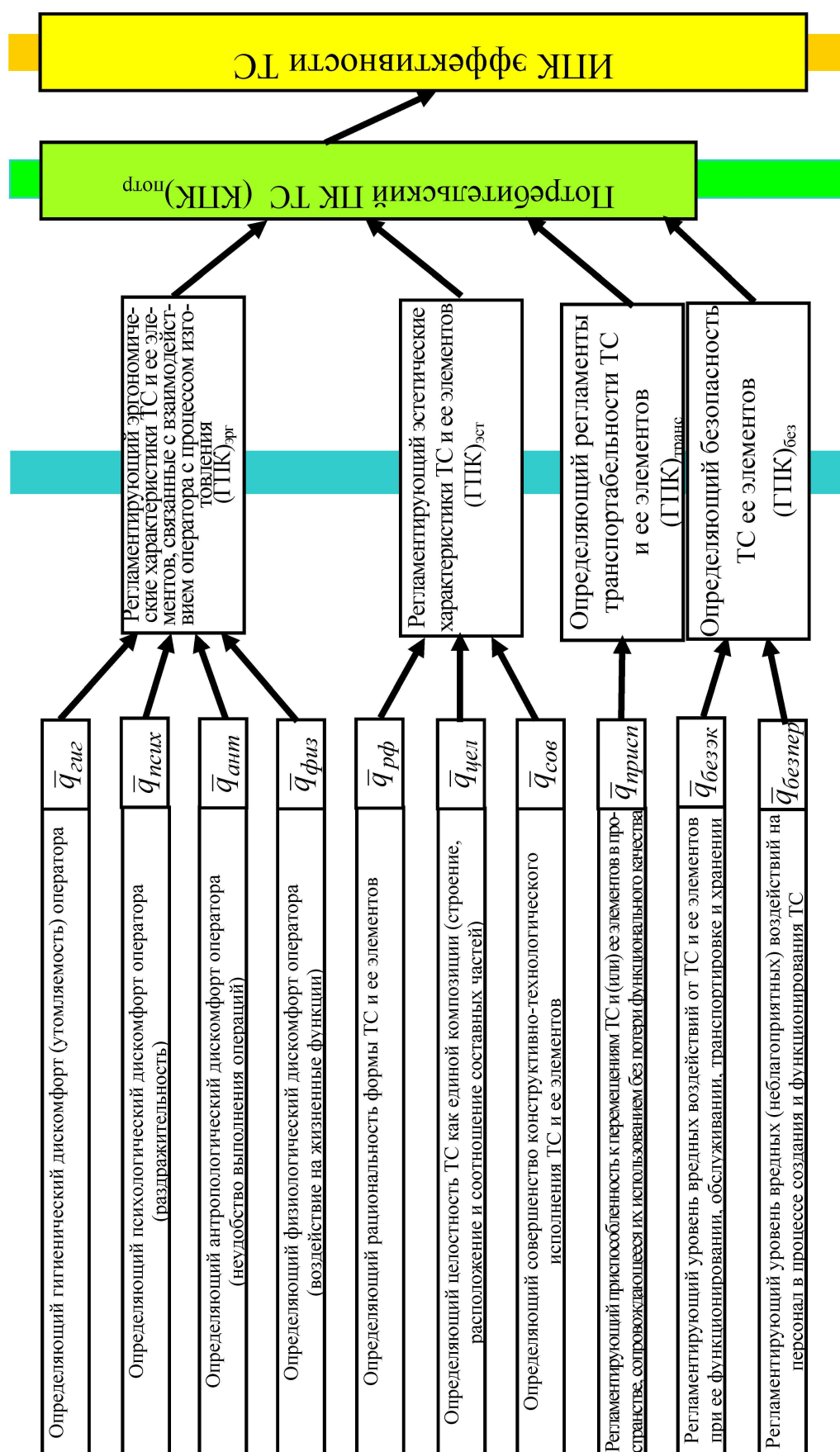


Рис. 4. Фрагмент классификатора иерархических уровней показателей качества технической системы РКТ (продолжение)

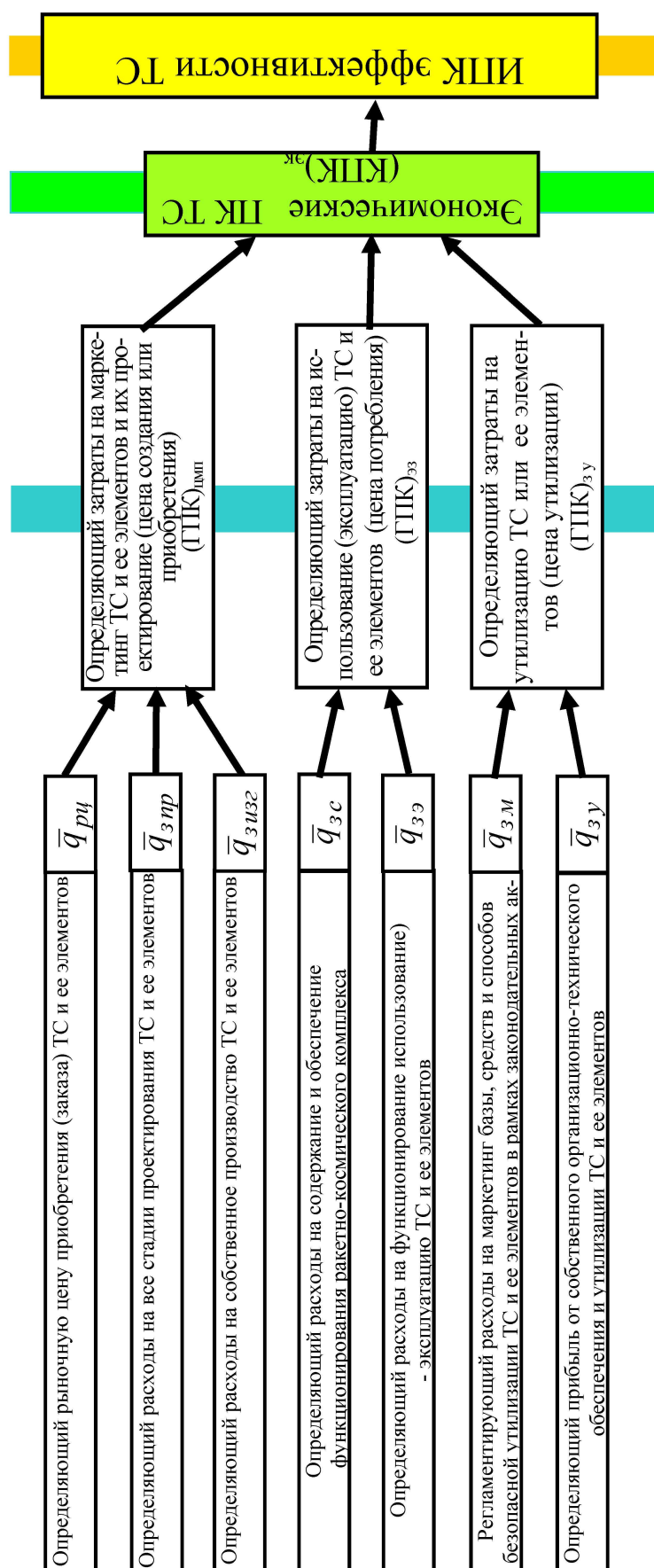


Рис. 4. Фрагмент классификатора иерархических уровней показателей качества технической системы РКТ
(продолжение)

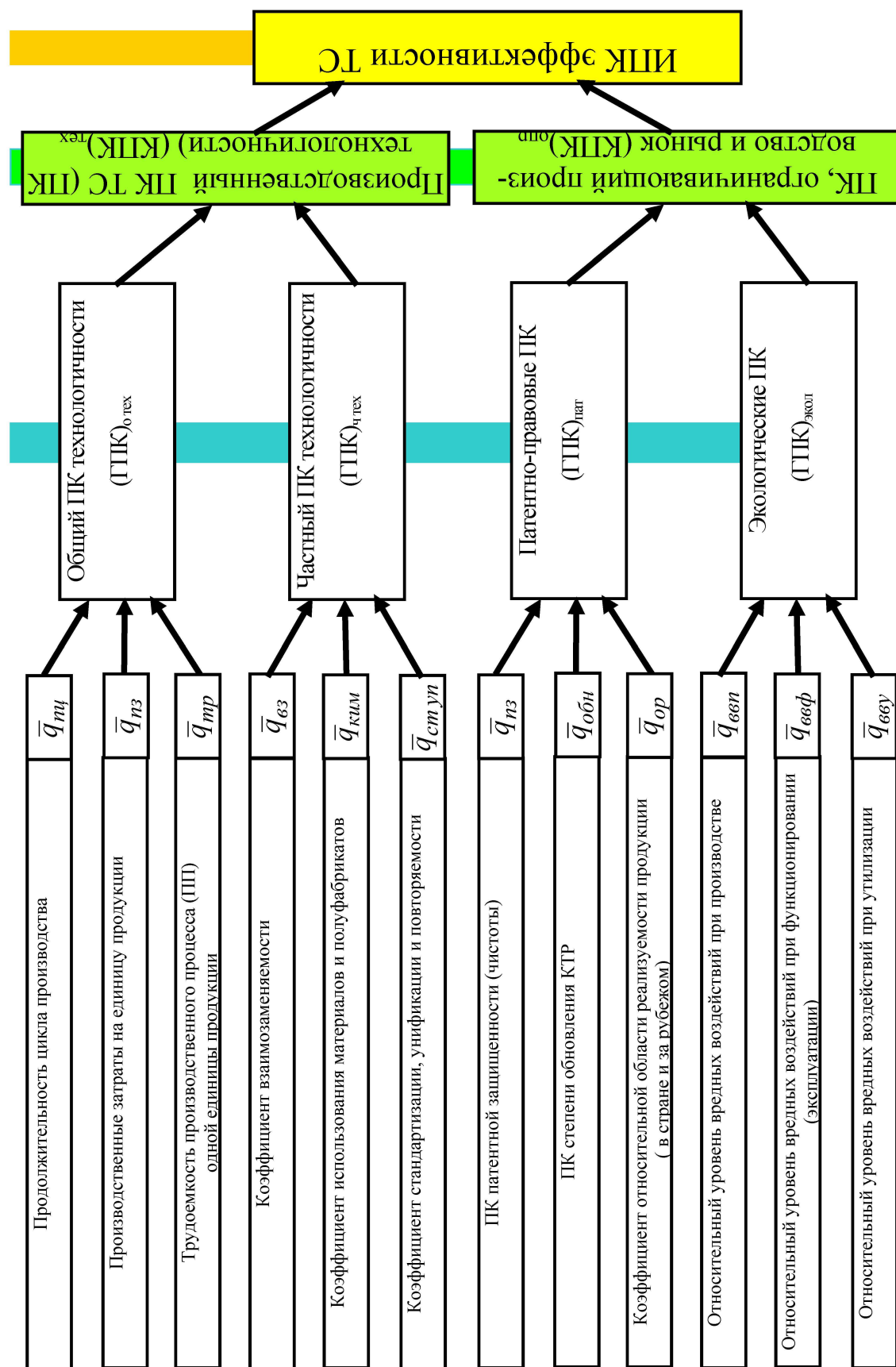
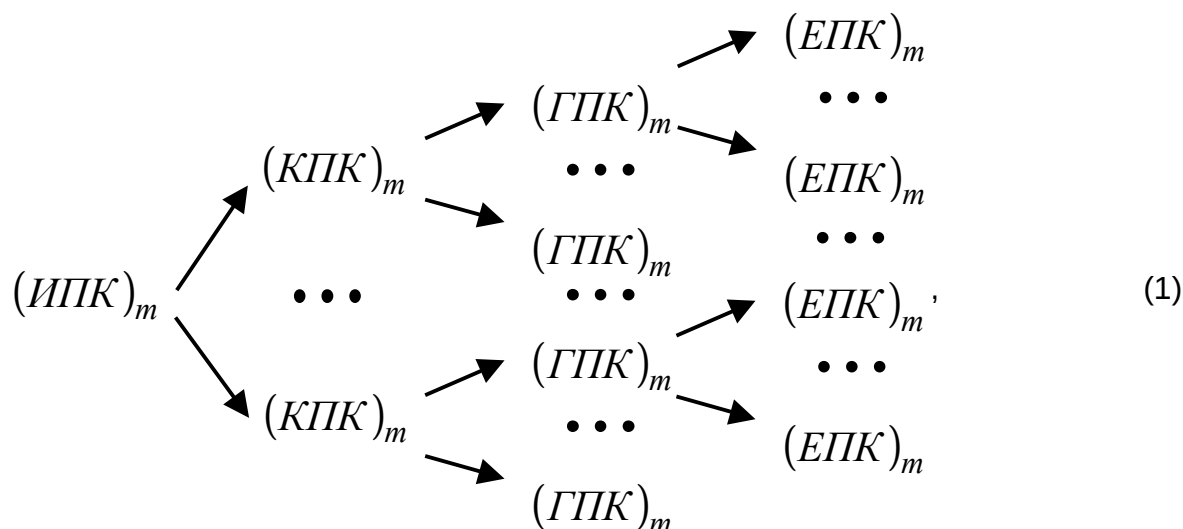


Рис. 4. Фрагмент классификатора иерархических уровней показателей качества технической системы РКТ (окончание)

Качество предопределяет (закладывает в ТУ) назначение продукции эксплуатант (потребитель продукции), стремится реализовать в проекте разработчик (конструктор), а реализует в процессе осуществления проекта технолог под контролем служб управления качеством продукции.

При прогнозировании новой продукции критерием ее эффективности является ИПК, который формируется на основе мониторинга и анализа предполагаемого рынка ее сбыта. Для обеспечения этого ИПК при создании данной продукции необходимо синтезировать всю цепочку формализованного перехода от ИПК к ЕПК



реализованную в виде функционала

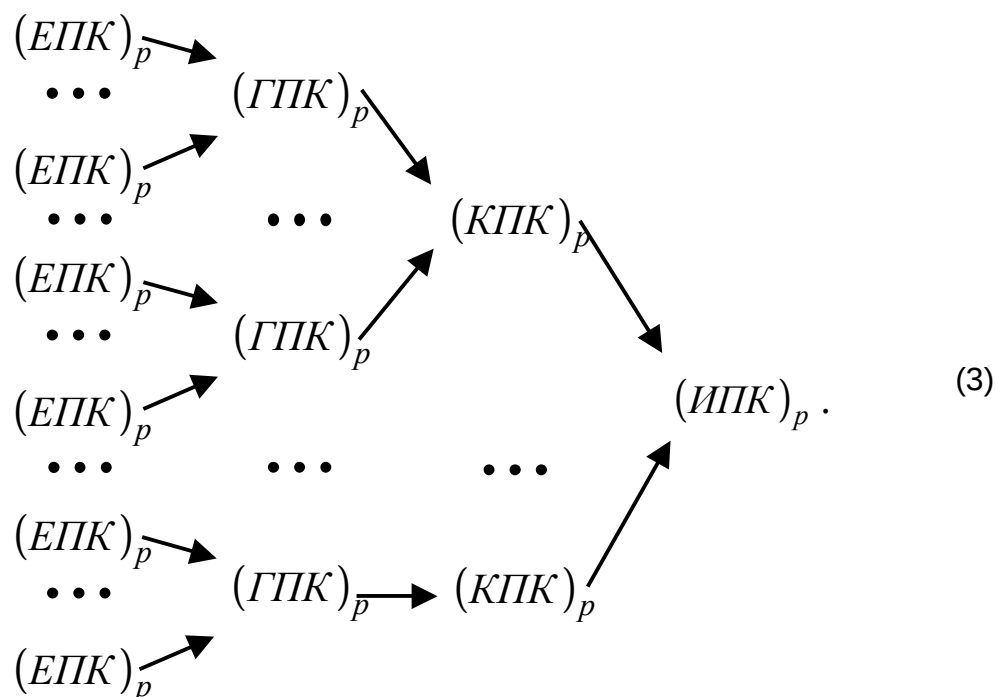
$$ИПК_m = F\{\varphi(КПК_m[\psi(ГПК_m\{f(ЕПК_m)\})])\}, \quad (2)$$

где индекс « m » означает соответствующие теоретические (проектные) показатели.

От точности воспроизведения этой цепочки (1) и реализующего ее функционала (2) во многом в дальнейшем зависит эффективность системы управления качеством продукции: насколько четко строить оргмероприятия в производстве для обеспечения реализации каждого ЕПК, затем ГПК, потом КПК, чтобы в результате (на выходе) из этой системы управления качеством получить $(ИПК)_p$ близкий к $(ИПК)_m$.

Таким образом, научное (теоретическое) обеспечение качества продукции состоит в разработке средствами квалиметрии адекватного существующим и перспективным возможностям (предприятия + отрасли + государства + международные кооперации) функционала структуры (2).

Организационно-техническое обеспечение реализации этого функционала состоит в разработке средствами теории управления проектами и программами надлежащей системы управления качеством, осуществляющей материализованную цепочку, формализованную в виде инструкций, правил и других документированных регламентов перехода от ЕПК к ИПК произведенной и функционирующей продукции.



Таким образом, структура (3) по форме является обратной структуре (1).
Здесь индекс « p » означает соответствующие реализованные показатели.

Выводы

1. Получила дальнейшее существенное развитие квалиметрия показателей качества применительно к конструкциям РКТ, позволившая синтезировать классификатор всех иерархических уровней показателей качества технической системы рассматриваемого класса.

2. Предложенный классификатор может быть положен в основу разработки научно обоснованных методов и документов обеспечения соответствия агрегатов РКТ из ПКМ (МОСов и ДОСов) прогнозируемому уровню их интегрального качества и соответствующей международным стандартам системы управления качеством в процессе производства этих изделий.

Список литературы

1. Коваленко В.А. Применение полимерных композиционных материалов в изделиях ракетно-космической техники как резерв повышения ее массовой и функциональной эффективности / В.А. Коваленко, А.В. Кондратьев // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2011. – (в печати).
2. Азгальцев Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальцев, Э.П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
3. Андрианов Ю.М. Квалиметрические аспекты управления качеством новой техники / Ю.М. Андрианов, М.В. Лопатин. – Л.: ЛГУ, 1983. – 288 с.
4. Суббето А.И. Квалиметрия: в 6-ти частях / А.И. Суббето. – Л.: ВИКИ им. А.Ф.Можайского, 1981. – Ч. 2: Экспертная квалиметрия. – 65 с.
5. Суббето А.И. Квалиметрия: в 6-ти частях / А.И. Суббето. – Л.: ВИКИ им. А.Ф.Можайского, 1981. – Ч. 3: Индексная квалиметрия. – 43 с.
6. Суббето А.И. Квалиметрия: в 6-ти частях / А.И. Суббето. – Л.: ВИКИ им. А.Ф.Можайского, 1981. – Ч. 4: Квалиметрическая таксономия. – 48 с.

7. Азгальцев Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) / Г.Г. Азгальцев. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
8. Качество и сертификация промышленной продукции: учеб. пособ. / А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.М. Рябченко и др. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1988. – 396 с.
9. Андрианов Ю.М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении / Ю.М. Андрианов, А.И. Субетто. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отдел., 1990. – 216 с.
10. Квалиметрия транспортных средств / В.Д. Бурдаков. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 160 с.
11. Нормы летной годности самолетов АПУ-21 F и G. – М.: МАК, 1994. – 322 с.
12. Калита П.Я. Системы качества и международные стандарты ИСО серии 9000: в 2 частях / П.Я. Калита. – К.: Укр ассоциация качества, МЦК «Прирост», 1996. – Ч. 1: Общий обзор. – 65 с.
13. Калита П.Я. Системы качества и международные стандарты ИСО серии 9000: в 2 частях / П.Я. Калита. – К.: Укр ассоциация качества, МЦК «Прирост», 1996. – Ч. 2: Общие рекомендации по разработке, внедрению и сертификации систем качества. – 91 с.
14. Европейский опыт аккредитации и сертификации. Создание, обслуживание и документация системы управления качеством. Разработка руководства по качеству. – К.: BAM - AMOS - Проект, 1998. – 95 с.
15. Advanced Quality System D1-9000. Boeing Co: пер. с англ. – К.: АНТК «Антонов», 1997. – 150 с.
16. Plazek Ch. Boeing Commercial Airplane Co. Quality / Plazek Ch. – 1988. – № 3. – P. 16 – 20.
17. Marquardt D.W. Quality Progress / D.W. Marquardt. – 1988. – Vol. 21. - № 8. – P 34 – 37.
18. Шонбергер Р. Японские методы управления производством / Р. Шонбергер. – М.: Экономика, 1988. – 251 с.
19. Marquardt D.W. Quest for Quality Managing the Total System. N.Y. / D.W. Marquardt. – 1988. – P. 18 – 23.
20. Deixler A , Schildbach M. // Qualitat und Zuverlassigkeit. – 1988. – № 3. – P. 133 – 136.
21. Юданов Ю. Особенности управления качеством в ФРГ / Ю. Юданов // МЭМО. – 1988. – №7 – С. 99 – 105.
22. Стерлин Л.Р. Управление ресурсосбережением в капиталистических фирмах / Л.Р. Стерлин // Ресурсосбережение – объективная потребность развития производства. – М.: Знание, 1988 - С. 49 – 64.
23. Руководство по качеству. Авиастроительное отделение Аэропасаля; пер. с англ. – К.: АНТК «Антонов», 1997. – 210 с.
24. Дружинин Г.В. Методы оценки и прогнозирования качества / Г.В. Дружинин. – М: Радио и связь, 1982. – 160 с.
25. Король В.Н. О связи показателей качества и эффективности авиационной техники / В.Н. Король // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Гос. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4(17). – Х., 1999. – С. 6 – 12.
26. Никифоров А.Я. Инженерные методы обеспечения качества в машиностроении / А.Я. Никифоров, В.В. Бойцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 382 с.

27. Кривов Г.А. Система управления качеством производства авиационной техники / Г.А. Кривов, В.А. Матвиенко, В.А. Резников. – К.: Техніка, 2004. – 272 с.

28. Тарасов В.А. Теоретические основы технологии ракетостроения / В.А. Тарасов, Л.А. Кашуба; под ред. В.А. Тарасова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 352 с.

29. Технология самолетостроения / А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 551 с.

30. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 124 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.Е. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

Поступила в редакцию 06.06.11

Показники якості етапів життєвого циклу конструкцій ракетно-космічної техніки із полімерних композиційних матеріалів

Проведено аналіз існуючих класифікаційних схем усіх рівнів показників якості продукції стосовно до конструкцій ракетно-космічної техніки з полімерних композиційних матеріалів, на основі якого запропоновано багаторівневий класифікатор кваліметричних показників їхньої якості, що включає чотири комплексних, що входять до них чотирнадцять групових, в які увійшло 39 одиничних показників. Запропонований класифікатор орієнтовано на науково обґрунтоване забезпечення методів і документів, що встановлюють відповідність агрегатів ракетно-космічної техніки з полімерних композиційних матеріалів щодо прогнозованого рівня їхньої інтегральної якості на всіх етапах життєвого циклу.

Ключові слова: показники якості, конструкції ракетно-космічної техніки, багаторівневий класифікатор, полімерні композиційні матеріали.

Indicators of quality throughout the lifecycle of structures rocket and space technology polymer composite materials

The analysis of existing classification schemes at all levels of product quality in relation to the structure of space-rocket technology of polymer composite materials from which the proposed multi-level classifier qualimetry indicators of their quality. Which includes four comprehensive, within them fourteen group, which included 39 individual indicators. The proposed classifier is focused on providing sound science and methods of documents establishing the conformity of aggregates rocket and space technology of polymer composite materials predicted their level of integral quality in all stages of life cycle.

Keywords: quality, design rocket and space technology, multi-level classifier, polymer composite materials.