

ІНТЕГРАЦІЯ ЕТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ІЗДЕЛІЙ МАШИНОСТРОЕННЯ

Мировой процесс интеграции экономик отдельных государств в мировую систему поставил перед всеми странами-производителями машиностроительной продукции проблему обеспечения конкурентоспособности отечественной высокотехнологичной и наукоёмкой продукции. Решение этой проблемы связано не только с обеспечением высокого качества изделий, но и с требованием непрерывного повышения его, улучшения эксплуатационных свойств в соответствии с изменяющимися во времени требованиями, как к отдельным показателям, так и к изделию в целом, на всех этапах жизненного цикла в соответствии с международными стандартами.

Всё это в полной мере относится и к объектам вооружения и военной техники. Украина относится к одной из немногих стран Мира, где осуществляется полный цикл производства некоторых видов вооружения, в том числе и бронетанковой техники, которая успешно конкурирует на мировом рынке вооружений и экспортируется в ряд стран Ближнего Востока и Азии. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что в настоящее время ситуация по обеспечению соответствия продукции машиностроения требованиям стандартов ISO-9000 в Украине нельзя считать удовлетворительной. Анализ причин такой ситуации представляется малозначимым, однако следует признать, что такое положение таит угрозу того, что в перспективе отечественная машиностроительная продукция может потерять спрос на рынке только из-за несоответствия международным стандартам, а та из её числа, которая и соответствует – потребует освидетельствования такого соответствия.

Хотя и слабым, но утешением в этом вопросе является то, что Украина не одинока в таком роде отставания. В этом смысле положительным можно считать опыт России, которая пошла по пути внедрения стандартов ISO и на начальной стадии узаконила понятийный аппарат, приведя в соответствие терминологию оригинала с русскоязычными терминами.

С другой стороны, характерной особенностью ОБВТ – как сложной технической системы является то, что изменение показателей качества отдельных элементов приводит к изменению значений всей совокупности показателей, а, следовательно, и качества всего изделия. Причём, учитывать эту особенность необходимо на концептуальном уровне начиная с ранних этапов проектирования.

В ключе очерченного круга задач представляется важным рассмотреть вопросы информационного обеспечения на всех этапах жизненного цикла изделия, а также определить показатели качества при понимании последнего как комплексного свойства изделия.

Информационное обеспечение этапов жизненного цикла изделий машиностроения.

Непрерывное возрастание сложности изделий машиностроения, постоянно изменяющиеся требования к ним, сокращение сроков разработки привели к необходимости непрерывного анализа и рационального сочетания показателей свойств, что в свою очередь потребовало обработки и хранения огромных массивов информации. При разработке, проектировании, выпуске и эксплуатации сложной наукоёмкой продукции в настоящее время применяются автоматизированные компьютеризированные системы, что требует информационной совместимости, взаимодействия и в конечном итоге, объединения в единую систему сопровождения жизненного цикла изделия.

Компьютерная интеграция перечисленных информационных процессов, сопровождающих изделие на всех этапах жизненного цикла, осуществляется с помощью CALS – технологий (Computer Aided Acquisitions and Life – Cycle Support – информационная поддержка жизненного цикла).

Концепция CALS – технологии предполагает глобальную стратегию повышения эффективности процессов на различных этапах жизненного цикла путём информационной интеграции всех этапов жизненного цикла. В основе такой интеграции лежит ряд информационно интегрированных моделей различных этапов жизненного цикла и процессов, протекающих в его ходе. Интеграция данных на разных этапах жизненного цикла обеспечивается унификацией их представления. В свою очередь возможность совместного использования информации даёт возможность применения компьютерных сетей на основе стандартизации форматов данных. Идеальным результатом такого подхода следует считать единую интегрированную модель продукта и всех этапов его жизненного цикла, описывающую изделие настолько полно, что набор этих показателей может выступать в роли единого базового источника информации для любых процессов в ходе жизненного цикла.

Здесь важно подчеркнуть унификацию не только формы представления данных (формат), но и унификацию содержания, что предполагает однозначную правильную интерпретацию всех показателей.

Інтеграція автоматизованих систем на основі CALS стандартів передбачає розробку і застосування моделей, методів і програм автоматизованого проектування і управління життєвим циклом. Розглянемо ці складові з допомогою укрупненої схеми етапів життєвого циклу (рис. 1).

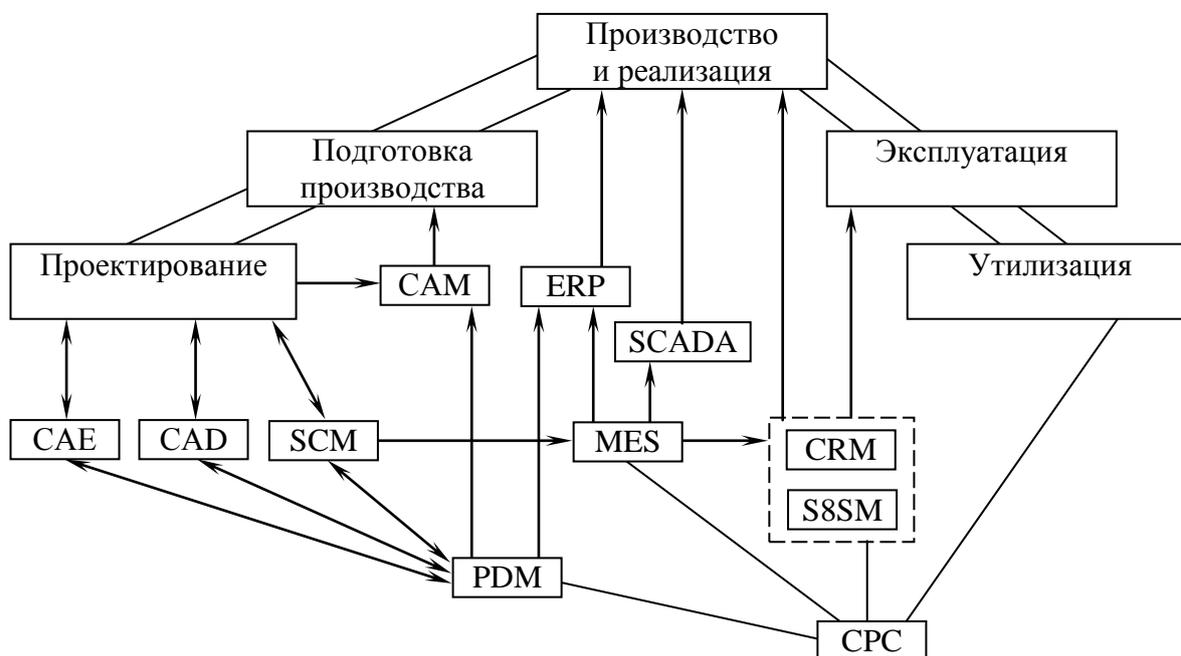


Рисунок 1 – Схема етапів життєвого циклу і систем автоматизації з програмними компонентами

Сучасні системи проектування на основі CAE/CAD забезпечують сквозне проектування складних изделий і мають багатомодульну структуру. Задачі побудови єдиних баз даних, вибору протокола, формату, інтерфейса і спільного використання модулів вирішуються з допомогою системи управління проектними даними PDM.

Взаємодія з субпідрядниками і сторонніми постачальниками забезпечується системою SCM. Системи CAM виконують синтез технологічних процесів.

Інтегрування системи звичайно мають структуру CAE/CAD/CAM/PDM.

Ефект від застосування інтегрованої системи буде вище, якщо дані і показники в одній системі будуть доступні і негайно враховуватися в другій, що дозволяє відслідкувати зміни в якості изделия в цілому.

Така задача може вирішуватися шляхом введення інтегрованих і комплексних показників (косвенная оцінка), або шляхом узгодження показників моделей на різних рівнях.

Однак при впровадженні CALS технологій слід врахувати ряд особливостей:

– на кожному етапі життєвого циклу оцінка повинна піддаватися в першу чергу характеристикам і показникам, що відображають пріоритет зразка, що відповідають основним потребам споживача;

– необхідно сформувати критерії для обґрунтованого вибору заходів з метою забезпечення підтримки якості изделия на всіх етапах життєвого циклу;

– при розробці і створенні складних наукоємних изделий, в першу чергу об'єктів озброєння і військової техніки, з участю багатьох розробників, необхідно створити єдину інформаційну середовище, в якій уніфіковані не тільки форма, але і зміст інформації про спільно вироблювану продукцію, причому рівень інтеграції повинен включати по доступності і замовника, тобто ГШ і МО, для адекватного формування ТТТ.

Сравнение и выбор вариантов показателей ТТХ существующих и перспективных объектов БТТ.

Об'єкти бронетехніки створюються на основі наявного конструкторського, технічного і технологічного досвіду, а також аналізу даних про експлуатацію і бойове застосування. Створені зразки піддаються випробуванням, в результаті яких отримують тактико-технічні характеристики об'єкта, номенклатура яких практично однакова у всіх розробників і виробників бронетехніки. Ряд показників ТТХ мають абсолютний характер (габаритні розміри, маса, встановлена

мощность двигателя и др.), другие же зависят от специфических условий, в которых они определялись (максимальная скорость, скорость по грунтовой дороге или пересеченной местности, запас хода по топливу, дальность действительной стрельбы и другие подобные). Поэтому выводы о преимуществах одних над другими могут быть относительны, изменяться, а иногда даже носить ложный характер. Проверить эти данные никакими моделями или расчетными методами не представляется возможным, поскольку в этом случае будут использованы установленные методы, разработанные в процессе многолетней практики конструирования и опыта эксплуатации существующих объектов. Однако, изменение условий эксплуатации или новые условия применения объекта, а также внедрение передовых достижений техники, технологии и науки требуют адекватных новых методов и подходов. Разработка таких методов требует значительных временных затрат, что наиболее чувствительно для объектов ВВТ. С другой стороны, затраченные ресурсы могут не принести ожидаемого результата, особенно, если исходная информация носит ложный характер. Поэтому экспресс анализ такого рода данных следует и целесообразно проводить путем экспертизы, целью которой должны быть: во-первых – установление принципиальной возможности достижения анонсированного показателя; во-вторых – целесообразность его достижения. В конечном итоге такие выводы должны быть обобщены в виде рациональных показателей используемых для сравнения и оценки вариантов решений ОБТ. Поэтому первым шагом при вариантных проработках нового или модернизации существующего образца должно быть четкое формулирование требований с обязательным установлением иерархии приоритетов между этими требованиями. Так, если основными свойствами объектов бронетехники считать огневую мощь (о), защищенность (з) и подвижность (п), то соответствующий перебор вариантов приоритетов с учетом иерархии содержит шесть формул:

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1) О-З-П; | 3) П-О-З; | 5) З-П-О; |
| 2) О-П-З; | 4) П-З-О; | 6) З-О-П. |

При этом особое внимание должно быть уделено тем условиям (показателям) для удовлетворения (достижения) которых должны быть приняты специальные меры.

Обобщенная укрупненная схема процедуры оценки и выбора варианта объекта БТТ представлена на рис. 2.

После того, как сформулированы требования к объекту, установлены условия функционирования и ограничения, дальнейший процесс принятия решения связан с определением рациональных показателей, и разработкой возможных вариантов решений, отвечающих тактико-техническому заданию на создание объекта.

Разработка вариантов конструктивных решений представляет собой сложный процесс взаимодействия большого числа разработчиков отдельных элементов и систем, что в конечном итоге выражается в виде ряда численных показателей ожидаемых значений ТТХ. Далее на основе единичных базовых, удельных и комплексных показателей, с использованием метода сравнения по степени рациональности путем сравнения и оценки вариантов, принимают окончательное решение, и разрабатывается тактико-техническое задание на выполнение ОКР по созданию/модернизации объекта БТТ.

Если с помощью описанной процедуры все же не удастся выбрать вариант, обладающий необходимыми характеристиками, то возникает необходимость в разработке специального компромиссного решения. В этом случае в качестве основы следует взять вариант, который отвечает в наибольшей степени формуле приоритета или является наиболее рациональным по показателю, который позволяет прогнозировать, что при определенных доработках он сможет удовлетворить предъявляемым требованиям.

Реализация перечисленных мероприятий даже в рамках одной отрасли связана со значительными затратами, однако должна осуществляться на общегосударственном уровне последовательно и неуклонно, начиная с приоритетных направлений таких как танкостроение, ракетно-космическая отрасль, судостроение и авиадвигателестроение с последующей экспансией на промышленность, для чего необходима государственная программа.

Качество и его показатели.

Качество является комплексным свойством любого материального объекта [1,2,3].

Качество как категория определено нормативными документами.

Оценивают качество по показателям, которые разделяют на качественно или семантически установленные.

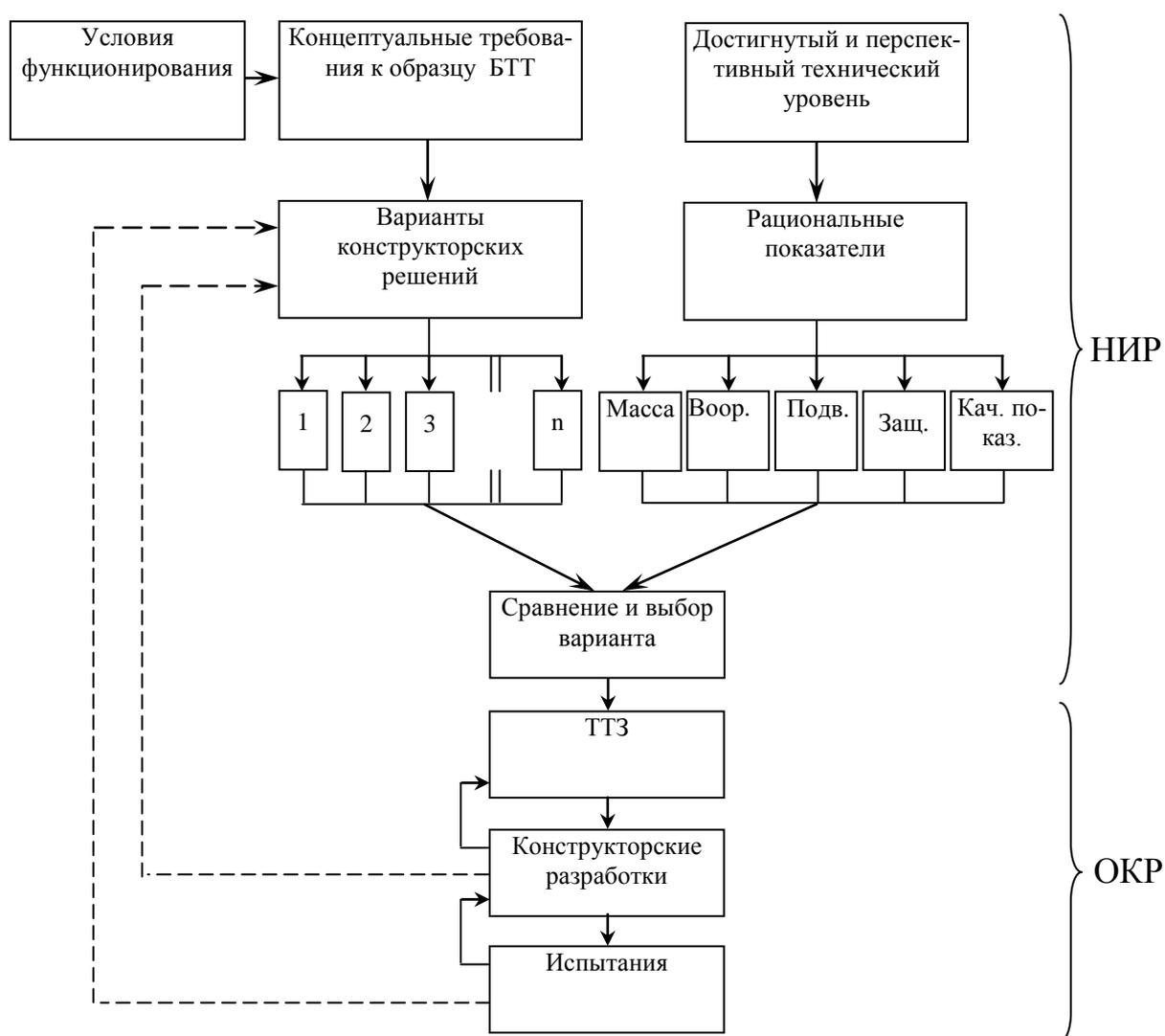


Рисунок 2 – Оценка и выбор варианта объекта БТТ

Показатели качества, характеризующие свойства изделия: назначение, надёжность, технологичность, эргономичность, эстетичность, уровень стандартизации, соответствие требованиям рационального природопользования, экономичности и патентной чистоты.

По совокупности отражаемых свойств: единичные базовые, удельные, комплексные и интегральные.

По методу определения показателя: инструментальный, расчетный, статистический, органолептический, экспертный, комбинированный.

Стадия определения: проектная, производственная, прогнозируемая.

Размерность показателей может быть размерной и безразмерной.

По значимости показатели делят на основные и дополнительные.

Для оценки качества изделия в первую очередь необходимо разрабатывать перечень показателей, с соответствующими определениями, данными выше. При этом следует стараться выразить их количественно. Так перечень таких показателей для объекта танк составляет 92 наименования (см. табл. 1) [3], а для авиационного двигателя – 129 [4].

Следует подчеркнуть, что обязательные требования к качеству классов изделий оговорены специальными документами.

Таблица 1 – Группы показателей и их обозначение

| № п/п | Группы показателей | Размерность | Обозначение |
|--|---|----------------------|-------------|
| Основные характеристики объекта БТТ | | | |
| 1 | Масса | т | 01 |
| 2 | Габарит Н | м | 02 |
| 3 | Габарит В | м | 03 |
| 4 | Габарит L | м | 04 |
| 5 | Клиренс | мм | 05 |
| 6 | Мощность двигателя | л.с. | 06 |
| 7 | Экипаж | чел. | 07 |
| 8 | Пушка, калибр | мм | 08 |
| 9 | Пулемет, калибр | мм | 09 |
| 10 | Гранатомет, калибр | мм | 010 |
| 11 | ТУР | шт. | 011 |
| 12 | Боекомплект | шт. | 012 |
| 13 | Бронепробиваемость БПС, $\alpha = 60^\circ$, $D = 2$ км | мм | 013 |
| 14 | Время подготовки 1-го выстрела | с | 014 |
| 15 | Дальность действительно стрельбы, км (при $R_{Бпс}=0,55$) | км | 015 |
| 16 | Дальность действительно стрельбы, км (при $P_{кc} = 0,55$) | км | 016 |
| 17 | Эквивалент по стойкости лобовой брони корпуса | мм | 017 |
| 18 | Эквивалент по стойкости лобовой брони башни | мм | 018 |
| 19 | Трансмиссия, тип: – механическая; – гидромеханическая; – электромеханическая | тип | 019 |
| 20 | Количество передач вперед-назад | | 020 |
| 21 | V_{max} | км/ч | 021 |
| 22 | V_{CD} по проселочной дороге | км/ч | 022 |
| 23 | Запас хода | км | 023 |
| 24 | Запас хода по шоссе | км | 024 |
| 25 | Запас хода по грунтовой дороге | км | 025 |
| 26 | Среднее удельное давление на грунт | кг/см ² | 026 |
| 27 | Глубина брода | м | 027 |
| <i>Основные характеристики БМП, БТР</i> | | | |
| 28 | Десант | чел. | 028 |
| 29 | Темп стрельбы автоматической пушкой | выстр/мин | 029 |
| 30 | Скорость движения на плаву max | км/ч | 03 0 |
| Подвижность | | | |
| 1 | Максимальная мощность силовой установки | кВт (л.с.) | A1 |
| 2 | Удельный расход топлива | г/кВтч (г/л.с.·ч) | A2 |
| 3 | Габаритная мощность двигателя | кВт/м | A3 |
| 4 | Удельная мощность двигателя | кВт/т | A4 |
| 5 | Температурный диапазон работы двигателя без ограничений | °С | A5 |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|----------------------------------|--|----------------|-----|
| 6 | Ход катка опорного динамический | мм | А6 |
| 7 | Ход катка опорного статический | мм | А7 |
| Защищенность | | | |
| 1 | Борт корпуса, эквивалент на 2 км $\alpha = 60^\circ$ | мм | Б1 |
| 2 | Борт башни, эквивалент на 2 км $\alpha = 60^\circ$ | мм | Б2 |
| 3 | Крыша корпуса, эквивалент на 2 км $\alpha = 60^\circ$ | мм | Б3 |
| 4 | Крыша башни, эквивалент на 2 км $\alpha = 60^\circ$ | мм | Б4 |
| 5 | Днище корпуса | мм | Б5 |
| 6 | Динамическая защита (прирост эквивалента по стойкости при применении ДЗ) от БПС | мм | Б6 |
| 7 | Динамическая защита (прирост эквивалента по стойкости при применении ДЗ) от ПТУР | мм | Б7 |
| 8 | Динамическая защита (прирост эквивалента по стойкости при применении ДЗ) от КС | мм | Б8 |
| 9 | ЭПР для $\lambda = 3,2$ см | м ² | Б9 |
| 10 | Средняя температура выхлопных газов | °С | Б10 |
| 11 | Температурный контраст танка ΔT | °С | Б11 |
| Вооружение | | | |
| 1 | Длина ствола | мм/калибр | В1 |
| 2 | Живучесть ствола | выстр. | В2 |
| 3 | Погрешность технической подготовки пушки | т.д. | В3 |
| 4 | Погрешность вибрационного рассеивания пушки | т.д. | В4 |
| 5 | Погрешность технического рассеивания БПС | т.д. | В5 |
| 6 | Начальная скорость БПС | м/с | В6 |
| 7 | Падение начальной скорости снаряда на 100 м полета | м/с | В7 |
| 8 | Бронепробиваемость КС, $\alpha = 60^\circ$, $D = 2$ км | мм | В8 |
| <i>Прибор командира</i> | | | |
| 9 | Увеличение | Х | В9 |
| 10 | Угол поля зрения | град | В10 |
| 11 | Погрешность стабилизации поля зрения | мрад (т.д.) | В11 |
| 12 | Дальномер – оптический (0,5) или лазерный (1) | 0,5 1 | В12 |
| <i>Ночной прицел</i> | | | |
| 13 | Дальность видения | м | В13 |
| 14 | Угол поля зрения | град | В14 |
| 15 | Стабилизация поля зрения | мрад (т.д.) | В15 |
| <i>Основной прицел наводчика</i> | | | |
| 16 | Увеличение | Х | В16 |
| 17 | Угол поля зрения | град | В17 |
| 18 | Погрешность стабилизации поля зрения | мрад (т.д.) | В18 |
| 19 | Дальномер – оптический (0,5) или лазерный (1) | 0,5 1 | В19 |
| <i>Ночной прицел наводчика</i> | | | |
| 20 | Дальность видения | м | В20 |
| 21 | Угол поля зрения | град | В21 |
| 22 | Погрешность стабилизации поля зрения | мрад (т.д.) | В22 |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|--------------------------------|--|-----------------|-----|
| 23 | Стабилизатор основного вооружения, погрешность | мрад (т.д.) | B23 |
| 24 | Скорость переброса | град/с | B24 |
| 25 | Погрешность подготовки исходных установок для стрельбы | мрад | B25 |
| <i>Вооружение БМП, БТР</i> | | | |
| 26 | Максимальные углы наведения по вертикали | град | B26 |
| Качественные показатели | | | |
| 1 | Автомат заряжания (1) | 0 1 | K1 |
| 2 | Система автоматического сопровождения целей (1) | 0 1 | K2 |
| 3 | Система встроенного контроля выверки прицела с пушкой (0,5) или система учета изгиба ствола (1) | 0 0,5 1 | K3 |
| 4 | Система автоматической разведки целей в оптическом (0,5), ПК (0,75), радиотехническом (1) диапазонах | 0 0,5 0,75 1 | K4 |
| 5 | Интегральная цифровая система управления и контроля компонентами комплекса вооружения (1) | 0 1 | K5 |
| 6 | Навигационная система (0,5), помехо-защищенные цифровые средства связи (0,75), автоматизированная система управления боем подразделения тактического звена (1) | 0 0,5 0,75 1 | K6 |
| 7 | Активная защита (1) | 0 1 | K7 |
| 8 | Система коллективной защиты от оружия массового поражения (1) | 0 1 | K8 |
| 9 | Система противопожарного оборудования (1) | 0 1 | K9 |
| 10 | Конструктивные мероприятия, повышающие живучесть при боевых повреждениях (1) | | |
| 11 | Термодымовая аппаратура (1) | 0 1 | K10 |
| 12 | Система регистрации лазерного (0,5) и радиотехнического облучения (1) | 0 0,5 1 | K11 |
| 13 | Система постановки защитного экрана (облака) в оптическом (0,5), ИК (0,75) и радиотехническом диапазонах (1) | 0 0,5 0,75 1 | K12 |
| 14 | Система создания помех или ложных целей в оптическом (0,5), ИК (0,75) и радиотехническом диапазонах (1) | 0 0,5 0,75 1 | K13 |
| 15 | Маскировочные сети в оптическом (0,5), ИК (0,75) и радиотехническом диапазонах (1) | 0 0,5 0,75 1 | K14 |
| 16 | Интегральная цифровая система управления и контроля составных частей силовой установки, трансмиссии, ходовой части (0,5), в том числе с места командира (1) | 0 0,5 1 | K15 |
| 17 | Автоматизированная система управления натяжением гусеничных лент (1) | 0 1 | K16 |
| 18 | Автоматизированная система управления параметрами подвески (1) | 0 1 | K17 |

Литература

1. Системы менеджмента качества. Требования : ДСТУ ИСО 9001-2001. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 21 с. – (Национальный стандарт Украины).
2. Всеобщее управление качеством / [Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В.]. – М.: Радио и связь, 1999. – 594 с.
3. Анипко О.Б. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники / Анипко О.Б.,

Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. – Х.: Изд-во НТУ “ХПИ”, 2008. – 188 с.

4. Анипко О.Б. К вопросу о рациональном диапазоне параметров авиационной силовой установки [Текст] / О.Б. Анипко, В.В. Логинов, В.В. Зубарев. // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. – 2007. – № 1 (48). – С. 34–41.

УДК 623.4.016

Аніпко О.Б., Бусяк Ю.М., Баулін Д.С., Цебрюк І.В.

ІНТЕГРАЦІЯ ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

У статті розглянуті питання інформаційного забезпечення на всіх етапах життєвого циклу виробу машинобудування, а також визначені показники якості як комплексної властивості виробу.

Anipko O.B., Busyak Yu.M., Baulin D.S., Cebryuk I.V.

INTEGRATION OF STAGES OF LIFE CYCLE OF PRODUCTS OF MECHANICAL ENGINEERING

In article supply with information questions at all stages of life cycle mechanical engineering are considered, and also quality indicators as complex property of a product are defined.