

УДК 629.114

## ФОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Ю.В. Дудукалов, доцент, к.т.н., Н.Э. Тернюк, профессор, д.т.н., ХНАДУ

*Аннотация.* Определены структурно-параметрические отличия и принципы формирования электронных эталонов технологий технического обслуживания и капитального ремонта средств транспорта.

*Ключевые слова:* эталон, структура, принципы формирования, техническое обслуживание и ремонт, технологическая система, эффективность.

## ФОРМУВАННЯ РЕМОНТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЕТАЛОНІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Ю. В. Дудукалов, доцент, к.т.н., М.Е. Тернюк, професор, д.т.н., ХНАДУ

*Анотація.* Визначено структурно-параметричні відмінності та принципи формування електронних еталонів технологій технічного обслуговування та капітального ремонту засобів транспорту.

*Ключові слова:* еталон, структура, принципи формування, технічне обслуговування та ремонт, технологічна система, ефективність.

## FORMING OF REPAIR-EXPLOTATION STANDARDS FOR VEHICLES OVERHAUL REPAIR EFFICIENCY CONTROL

Yu. Dudukalov, Associate Professor, Candidate of Technical Science,  
N. Ternyuk, Professor, Doctor of Technical Science, KhNAHU

*Abstract.* The structural-parametrical differences and principles of electronic standards forming for technologies of vehicles maintenance and overhaul repair are considered.

*Key words:* model, structure, principles of formation, maintenance and repair, technological system efficiency.

### Введение

В компьютерно-интегрированных технологических системах технического обслуживания и ремонта (ТС ТОиР) важным моментом является не просто переход к электронной документации, а новые информационные возможности, которые возникают при формировании электронных моделей объектов.

Современные средства транспорта являются сложными наукоёмкими изделиями. Возрас-

тает точность обработки и разнообразие свойств поверхностей деталей, растёт разнообразие и технический уровень применяемых технологических методов. Закономерно, что это требует повышения уровня технологических процессов, особенно при капитальном ремонте, при восстановлении ресурса деталей, узлов и агрегатов.

Для повышения эффективности процессов в ТС ТОиР необходимо обеспечить высокий уровень информационного сопровождения,

исключить появление «информационных разрывов» между отдельными этапами жизненного цикла.

### Анализ публикаций

Отличительной особенностью ремонтного производства является обязательная идентификация технического состояния изделий, поступающих в ТС ТОиР. Под идентификацией (дефектацией, технической диагностикой, контрольными операциями, испытаниями) понимается установление соответствия изделия описанию, определяющему требования по его состоянию [1]. Таким образом, для проведения идентификации в современных ТС ТОиР целесообразно использовать эталоны в виде электронных моделей.

При изготовлении фасонных деталей энергетических машин, в самолетостроении [2] активно разрабатывается методология конструкторско-технологических электронных моделей. Так, полученные аналитические эталоны (анэты) используются при подготовке управляющих программ для оборудования с ЧПУ, при контроле точности обработки, прежде всего, сложнопрофильных поверхностей. Представляется целесообразным расширить область применения электронных эталонов и использовать их для этапов жизненного цикла, связанных с ТОиР.

### Цель и постановка задач

Цель данной статьи – установить структуру и принципы системного формирования ремонтно-эксплуатационных эталонов (РЭЭ). Необходимо выявить структурно-параметрические отличия РЭЭ, определить принципы формирования таких эталонов.

### Структура РЭЭ для средств транспорта

Известно, что свойства агрегатов и средств транспорта в целом не сводятся к сумме свойств их отдельных компонентов. В соответствии с принципом эмерджентности средства транспорта и их агрегаты представляют собой объекты типичные для синергетики как общей теории самоорганизующихся систем. Для таких изделий структурная схема презентативного представления атрибутов системы показана на рис. 1, где отражена связанность главных внутренних атрибутов системы и выделено ядро, которым является

её центр. Он соответствует иерархическому уровню собственно системы, её основным функциям в настоящем времени.

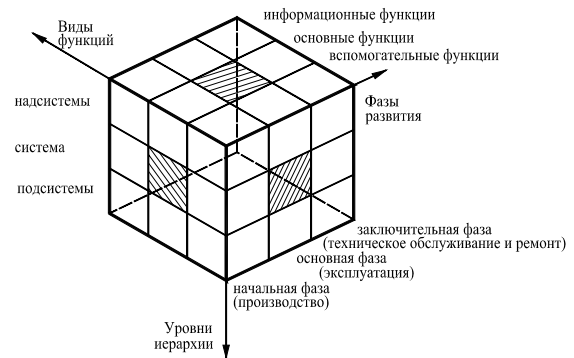


Рис. 1. Структурная схема презентативного представления атрибутов системы

В качестве ядра, которое определяет вид системы и задаёт тем самым её основной отличительный признак, может рассматриваться средство транспорта в целом. Но для решения вопросов ТОиР, при капитальном ремонте в качестве триады прежде всего будут рассматриваться объекты нижних иерархических уровней (деталь, кинематическая пара и т.д.). Поэтому соответственно ядро системы будет смещаться по уровням иерархии вниз.

На рис. 2 показано заштрихованное ядро системы и слой атрибутов, который описывает информационные (управленческие) функции. Полное системное информационное обеспечение должно быть сформировано на плоскости, где иерархия системы рассматривается по вертикальной оси, а по горизонтальной представлена хронология этапов жизненного цикла средств транспорта.

Таким образом, по уровням иерархии РЭЭ формируются для объектов [3], структура которых отражена рекуррентными формулами:

– машины, средства транспорта  $(СТ)_p$

$$СТ_p = \zeta 1(CA_p) + \varepsilon 2(A_p) + \delta 3(KY_p) + \gamma 4(KP_p) + \beta 5(D_p) + \alpha 6(ЭD_p), \quad (1)$$

– системы агрегатов, механизмы  $(CA_p)$

$$CA_p = \varepsilon 1(A_p) + \delta 2(KY_p) + \gamma 3(KP_p) + \beta 4(D_p) + \alpha 5(ЭD_p), \quad (2)$$

– агрегаты ( $A_p$ )

$$A_p = \delta 1(KU_p) + \gamma 2(KP_p) + \beta 3(D_p) + \alpha 4(\text{ЭД}_p), \quad (3)$$

– кинематические узлы ( $KU_p$ )

$$KU_p = \gamma 1(KP_p) + \beta 2(D_p) + \alpha 3(\text{ЭД}_p), \quad (4)$$

– кинематические пары ( $KP_p$ )

$$KP_p = \beta 1(D_p) + \alpha 2(\text{ЭД}_p), \quad (5)$$

– деталь ( $D_p$ )

$$D_p = \alpha 1(\text{ЭД}_p), \quad (6)$$

– элемент детали ( $\text{ЭД}$ )

$$\text{ЭД}_p = \text{ЭД}_p. \quad (7)$$

В формулах (1)–(7) количество структурных элементов обозначено буквами греческого алфавита с числовыми индексами. Буквенный индекс «р» относит к описанию РЭЭ.

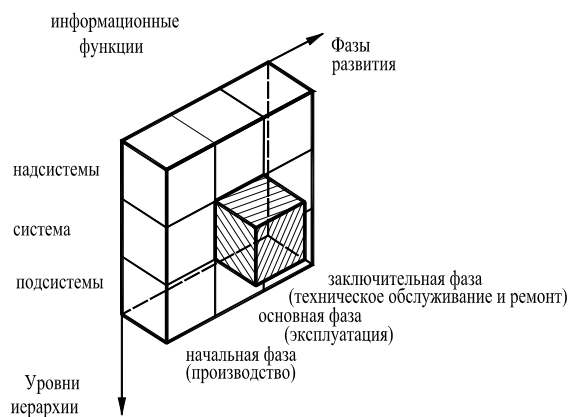


Рис. 2. Структурная схема информационной функции

Типовой жизненный цикл изделия начинается с выдачи задания на его проектирование и заканчивается утилизацией. Для средств транспорта обязательно присутствуют этапы технического обслуживания, а в случае выполнения капитального ремонта возникает необходимость в его технологической подготовке, включая решение задач проектирования и управления качеством. При этом в РЭЭ для соответствующих этапов должны быть отражены изменения структурно-парамет-

рических и функциональных характеристиках средств транспорта.

### Принципы формирования РЭЭ

В ТС ТОиР задача идентификации состояния объекта определяет состав, структуру ТС, алгоритмы ТОиР. Точность и надежность идентификации возрастает за счет применения электронных средств контроля с применением РЭЭ, поскольку достигается полнота оценки информации, увеличивается число оцениваемых параметров и технически реализуется индивидуализация проведения процессов ТОиР. Также при качественной идентификации повышается эффективность технологической подготовки и выполнения капитального ремонта.

При формировании РЭЭ следует использовать такие основные принципы:

- 1) адекватности, что обеспечивается соответствием атрибутов объекта идентификации и эталона, к числу которых относятся сфера применения, назначение, функции, эффекты, процессы, структура и параметры;
- 2) осуществимости, поскольку создаваемый РЭЭ должен обеспечить выполнение задач идентификации в ТС ТОиР, повысить эффективность технологических процессов;
- 3) комплементарности, т.к. в структуре РЭЭ должны быть отображены реальные связи объекта, которые определяют взаимодополняемые детали в группах (например, входящих в одну размерную цепь);
- 4) информационной достаточности – это означает, что существует минимальный уровень информации, который определяет возможность эффективного проведения ТОиР;
- 5) множественности эталонов, т.к. создаваемые РЭЭ содержат информацию по реальным объектам ТОиР и составляют связанное множество, элементы которого определяются системным представлением объекта (рис. 2). Эти принципы используются при создании РЭЭ, их функционировании, развитии и дополнении, коммуникации, управлении и ликвидации.

На рис. 3 показана укрупненная структурно-функциональная схема использования РЭЭ при восстановлении деталей. Для каждой группы технологических операций предусматривается применение специальных РЭЭ в соответствии с принципами их формирования.

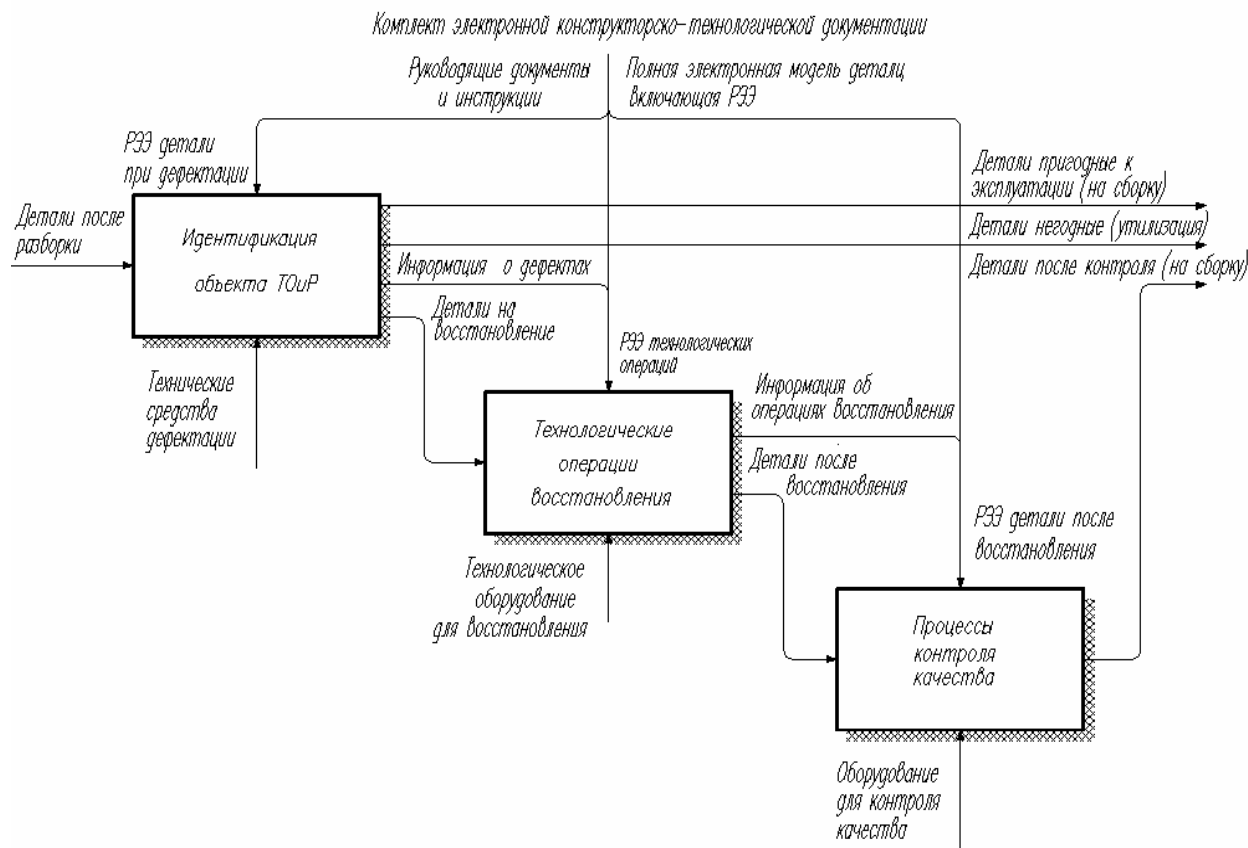


Рис. 3. Структурно-функциональная схема процессов при капитальном ремонте

Так, РЭЭ минимально может включать на операциях дефектации геометрическую модель и технические условия годности детали, а для технологических операций восстановления и контроля – соответствующее для каждой из них электронное конструкторско-технологическое обеспечение процесса ремонта. Такое информационное сопровождение позволит принять при идентификации правильные решения и обеспечит эффективность технологий ТОиР.

### Выводы

Таким образом, определены структура и принципы системно-процессного формирования РЭЭ, как связанного множества эталонов. Выявлены их структурно-параметрические особенности, отражающие иерархию, функции и этапы жизненного цикла. Установлены принципы формирования РЭЭ, их атрибуты и целесообразность применения.

### Литература

1. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации / Я.З. Цыпкин. – М.: Наука, 1995. – 336 с.
2. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса; под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техника, 2001. – 728 с.
3. Тернюк М.Е. Фундаменталізація технічних дисциплін / М.Е. Тернюк, О.Е. Авдєнко // Новий Колегіум. – 2007. – Вип. 2. – С. 41–49.

Рецензент: А.С. Полянский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 сентября 2011 г.