

УДК 629.017

**Ю.В. ДУДУКАЛОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харків

**ПРИНЦИПЫ И УРОВНИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА  
СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

В статье для обоснования принципов интеллектуализации выполнен структурно-функциональный анализ технологических систем технического обслуживания и ремонта средств автомобильного транспорта при эксплуатации с использованием системно-процессного моделирования и применения аппарата теории множеств. Установлены иерархические уровни и последовательные стадии интеллектуализации функций технологических систем, которые отражают иерархию уровней рабочего места до уровня автомобилестроительного предприятия или их региональных объединений включительно. Определены содержание частичной, полной и комплексной интеллектуализации, их математические модели с учетом триады триад функций для структурно-различимых слоев технологической системы. Предложены основные признаки сравнения различных отраслевых транспортных доктрин применительно для технологических систем технического обслуживания и ремонта при эксплуатации автомобилей. Обоснованы принципы формирования этих интеллектуализированных технологических систем, которые устанавливаются требованиями отраслевой транспортной доктрины развития транспортного комплекса Украины.

**Ключевые слова:** средства автомобильного транспорта, эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт, интеллектуализация, принципы формирования, структурный уровень.

**Введение.** Повышение уровня конкурентоспособности автотранспортного комплекса может достигаться за счет развития средств автомобильного транспорта (САТ) и совершенствования транспортно-логистической инфраструктуры для обеспечения эффективной эксплуатации [1]. Современной инфраструктуре соответствует интеллектуально-интегрированный уровень управления подразделениями и отдельными частями транспортного комплекса, в том числе интеллектуализированной технологической системой технического обслуживания и ремонта (ИТС ТОиР) [2]. Предполагается создание единой информационной среды, широкое использование информационно-аналитических систем и технологий интеллектуального анализа данных. Существенно, что такая среда информационного взаимодействия включает процедуры мониторинга и аналитической обработки (моделирования и прогнозирования), как необходимые элементы интеллектуализации транспортного комплекса и его систем.

**Анализ основных достижений и литературы.** Современные средства автомобильного транспорта являются сложными, развивающимися, наукоёмкими изделиями. В настоящее время происходит активная интеллектуализация САТ, которая охватывает как основные процессы (движение, управление), так и множество вспомогательных функций (парковка, контроль технического состояния и т.д.). Автомобиль уже рассматривается как бионический объект [3] с признаками информационно-коммуникационно-го центра [4]. Закономерно, что это требует повышения технологического уровня в автомобилестроении [5] и на последующих эксплуатационных стадиях жизненного цикла САТ, связанных с ТОиР, особенно при капитальном ремонте, восстановлении ресурса деталей, узлов и агрегатов [6]. Необходимо обеспечить качественную технологическую подготовку и управление

производством, исключить появление «информационных разрывов» между стадиями жизненного цикла[7].

При интеллектуализации мехатронных технических средств, систем управления предприятиями рассматриваются множества функций (основных, вспомогательных, контрольных, подготовительных)[8, 9]. Отличительной особенностью для ремонтного производства является обязательная идентификация технического состояния изделий, поступающих в ТС ТОиР[7, 10, 11]. При идентификации в ходе технической диагностики, дефектации, технологических контрольных операций, испытаний устанавливаются соответствия эталонным описаниям, определяющим требования к состоянию САТ. Целесообразно использовать такие эталоны в виде компьютерных системно-множественных описаний – ремонтно-эксплуатационных эталонов (РЭЭ) [12], и на этой основе принимать решения компонентами искусственного интеллекта (ИИ) для управления во много уровневых ИТС ТОиР.

Таким образом, для дальнейшего совершенствование информационного обеспечения необходимо определить принципы системного формирования ИТС ТОиР при их структурно-функциональном построении с учетом тенденций развития конструкций и условий эксплуатации современных САТ.

**Цель исследований, постановка задач.** Цель данной статьи – установить уровни и принципы системного формирования ИТС ТОиР, которая обеспечит качественную и надежную эксплуатации САТ в реальных условий. Для этого необходимо на основе системно-процессного моделирования определить структурно-иерархические уровни и полное множество интеллектуализируемых функций и обосновать принципы формирования ИТС ТОиР, которые должны устанавливаться требованиями отраслевой транспортной доктрины развития транспортного комплекса Украины.

**Системно-процессное представление ТС ТОиР.** Традиционно модели сложных систем строятся с использованием аппарата теории множеств[2,5,6]. Множество считается заданным, если указаны атрибуты, которыми обладают элементы множества. Связи между элементами могут быть различными по степени влияния, и технические системы зачастую имеют нечеткие границы. Для описания технических систем в предметной области ТОиР предлагается использовать описания конечных четких множеств, элементы которых объективно и четко заданы и включены в состав множества.

Исходным пунктом анализа принята абстрактная модель доминирующего (целевого) многофункционального процесса в ТС ТОиР, который описывается ориентированным графом:  $C_{ij}$  – множество физических объектов САТ, поступающих в ТС ТОиР после в эксплуатации,  $IS_{ijp}$  – множество информационных (знаковых) объектов для этих САТ,  $ПП_{ijp}$  – множество информационных объектов (семантика), описывающих алгоритмы ТОиР САТ,  $C_{ijpv}$  – множество физических объектов САТ, прошедших ремонтно-восстановительные операции ТОиР,  $IS_{ijk}$  – множество информационных объектов (знаковых) для контроля качества объектов САТ, годных к дальнейшей эксплуатации,  $Q\{q\}$  – множество диагностических и дефектовочных признаков для ремонтно-эксплуатационных эталонов САТ,  $Al\{a\}$  – множество проектных решений для алгоритмов ТОиР осуществления технологических преобразований,  $ТП\{t_o\}$  – множество ремонтно-восстановительных операций ТС ТОиР,

$Q_k\{q_k\}$  - множество признаков контроля качества для ремонтно-эксплуатационных эталонов САТ (рис.1).

Каждый объект, поступающий в ТС ТОиР имеет иерархическую структуру. Так, для двумерного представления САТ («агрегат-деталь»), принятого на рис. 1, получим:  $i$  – порядковый номер иерархического уровня множества для объекта (агрегата),  $j$  – порядковый номер элемента (детали) на иерархическом уровне, при этом функции могут реализовываться в различных пространствах. Это связано с общей закономерностью создания искусственных объектов, предусматривающих последовательное выполнение мышления, знакового оформления его результатов (проектирование знаковых моделей), построения объекта по знаковой модели и других действий с ним.

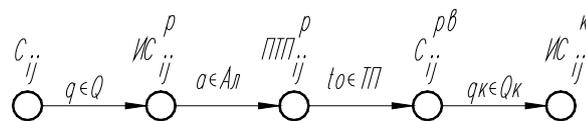


Рисунок 1 – Структурная модель целевого процесса ТС ТОиР

Этот процесс реализуется на предприятии ТОиР, технологическая система которого является субъектом взаимодействия и должна обладать соответствующими возможностями и свойствами. Условием реализации технологии является выполнение условия соответствия между объектом производства и средствами производства в ТС ТОиР[2]. Для  $САТ_i^{TOuP}$  и  $З_k^{TOuP}$  определяется операторсоответствия  $O_{З_k-САТ_i}^{TOuP}$  для способа  $З_k^{TOuP}$  объекту производства  $САТ_i^{TOuP}$ . Следовательно,

$$З_k^{vv} (САТ_i^{(xx)}) O_{З_k-А_i}^{TOuP} З_k^{ww} (САТ_i^{(yy)}). \quad (1)$$

где  $vv$  и  $xx$  – состояния  $З_k^{TOuP}$  и  $САТ_i^{TOuP}$ , которые соответствуют началу (до реализации технологий ТОиР), а  $yy$  и  $ww$  – завершению (после реализации технологических воздействий ТОиР).

При группировании множеств определяются структуры и состав основных параметров системного представления составных частей ТС ТОиР:

$$САТ_i^{TOuP} = \langle C_{ij}, IC_{ij}^p, ППП_{ij}^p, C_{ij}^{p\beta}, IC_{ij}^k \rangle, \quad (2)$$

$$З_k^{TOuP} = \langle TC_{pv} \{tc\}, TC_{иден} \{tc\}, TC_{контр} \{tc\}, TC_{упр} \{tc\} И \{ucn\} \rangle, \quad (3)$$

где:  $TC_{pv} \{tc\}$ ,  $TC_{иден} \{tc\}$ ,  $TC_{контр} \{tc\}$ ,  $TC_{упр} \{tc\}$  – множества функционально взаимосвязанных технических средств для ремонтно-восстановительных и обслуживающих операций, технической диагностики и идентификации, контроля качества, управления и информационного сопровождения процессов ТОиР соответственно;  $И \{ucn\}$  – операторы, исполнители соответствующих работ и функций.

Таким образом, в ТС происходят вещественно-энергетические и информационные преобразования. Системное представление ТС ТОиР должно отражать эти преобразования в виде многофункциональной, динамической, сложно

иерархической системы. Этим атрибутам соответствуют кортежи функциональных  $FUN$ , иерархических  $ST$  и динамических свойств  $T$ .

Совокупность функциональных, иерархических и динамических свойств моделируемой системы отражается в соответствующих четких множествах:

- функций для множеств основных  $\{F_{осн}\}$ , подготовительно-заключительных и вспомогательных  $\{F_{нз}\}$ , управления и информационного обеспечения  $\{F_{упр}\}$ .

$$FUN = \{\{F_{осн}\}, \{F_{нз}\}, \{F_{упр}\}\}, \quad (4)$$

- иерархических уровней вертикальной структуры ТС ТООиР

$$ST = \{st_1, \dots, st_k, \dots, st_n\}, \quad (5)$$

- динамических свойств (время эксплуатации, стадия жизненного цикла САТ)

$$T = \{t_1, \dots, t_j, \dots, t_m\}. \quad (6)$$

На рис.2 показана системно-процессная модель единичного модуля ТС ТООиР для произвольного иерархического уровня  $st_k$  в текущей временной фазе функционирования  $t_j$  в виде совокупности функциональных блоков, описываемых множествами  $\{(st_k) F_{осн}^{t_j}\}$ ,  $\{(st_k) F_{нз}^{t_j}\}$  и  $\{(st_k) F_{упр}^{t_j}\}$ .

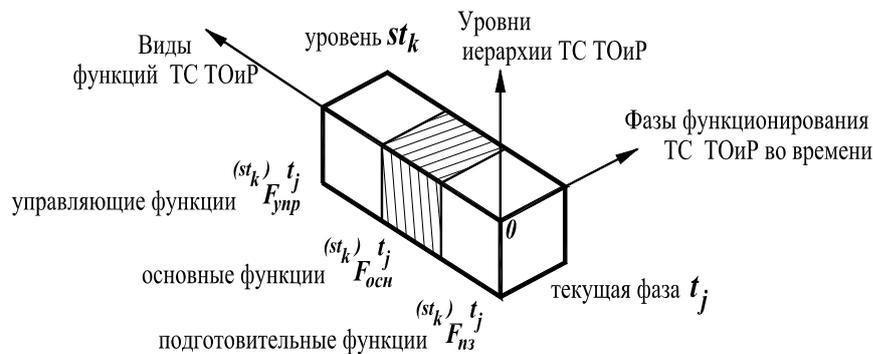


Рисунок 2 – Системно-процессная модель для единичного модуля ТС ТООиР

При подготовкесистемно-процессной модели для многофункциональных, динамических систем со сложной иерархиейнеобходимо учитывать, что реализуются функции, образующие триаду триад функций, а именно:

- функции триады полноты основного технологического цикла воздействий ТООиР, включающие основные, подготовительно-заключительные (вспомогательные) и управляющие (информационного сопровождения, измерительные) функции;

- функции триады временных циклов дляТООиР, включающие подготовительные (идентификация технического состояния САТ), основные (технологические воздействия ТООиР) и заключительные функции (контроль качества выполнения ТООиР);

- функции триады иерархии, например, включающие функции надсистемы (производственный процесс ремонтного предприятия, технического центра), системы (технологический процесс ТОиР) и подсистемы (технологическая операция ТОиР).

Графическое представление функциональных триад в системно-процессной модели показано на рис. 3. Функциональные блоки, образующие триады, изображены в виде шариков. Связи между функциональными блоками для единичных модулей ТС ТОиР обозначены сплошными отрезками, а связи по иерархическим уровням и во времени – штриховыми отрезками.

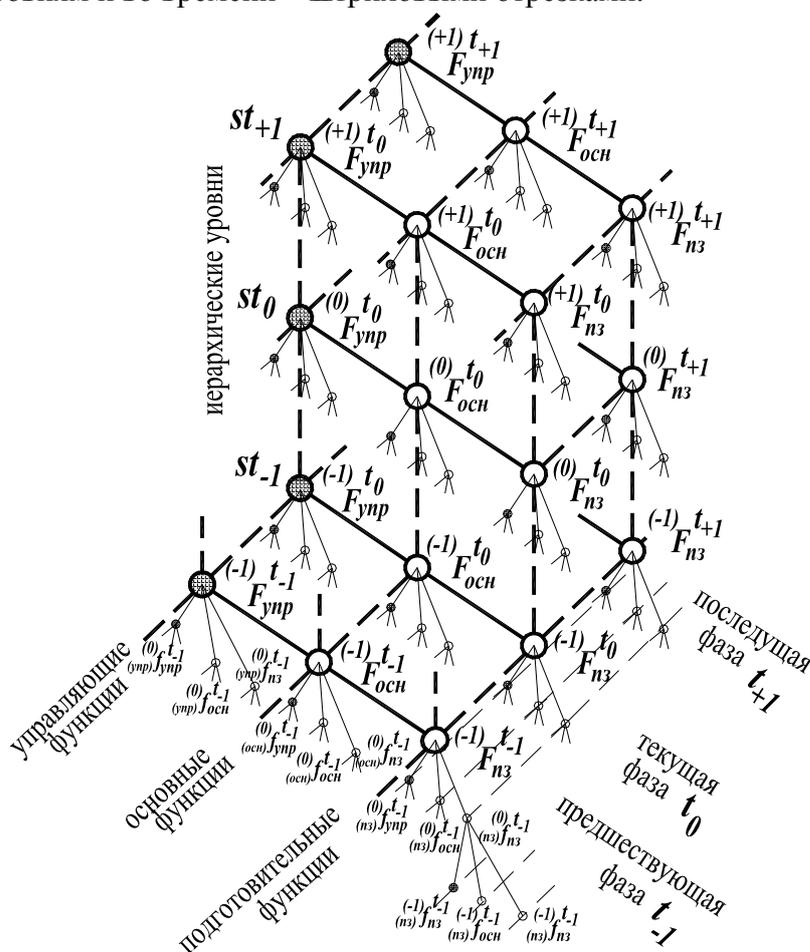


Рисунок 3 – Схема функциональных триад в системно-процессной модели

Существенно, что указанные связи образуют основную структуру. Внутренняя (вложенная) структура образуется для каждого функционального блока триадой функций. Эта внутренняя структура также образует связи по иерархическим уровням и во времени, которые показаны на рис. 3 тонкими штриховыми отрезками. Укажем, что функциональные блоки управления, которые в наибольшей степени связаны с решением задач интеллектуализации, для основной  $\{F_{ynp}\}$  и внутренней  $\{f_{ynp}\}$  структур заштрихованы (рис. 3).

**Уровни интеллектуализации ТС ТОиР.** Известно [2], что множества общих структур ТС ТОиР, структур её составных частей и подразделений определяется

функціями, а відповідність між функціями і структурою є багатоваріантною. Структура функцій, реалізуємих системою або її окремими модулями і функціональними блоками, залежить від застосовуваних технологій, а структури модулів і функціональних блоків – від рівня їх технізації: ручні (м'язові) дії, механізовані операції, автоматизація процесів і інтелектуалізація функціонування.

В ТС ТОиР найбільшій ступені представлені перші два рівні технізації (ручне і механізоване виконання операцій). Автоматизація не знайшла широкого практичного застосування навіть на авторемонтних підприємствах з об'єднаними організаційними формами капітального ремонту САТ. На наш погляд, це пов'язано в першу чергу зі складністю організації ремонтного виробництва, необхідністю його спеціального інформаційного забезпечення і супроводження. Розв'язанням цих проблем може стати перехід на наступний рівень технізації і формування ІТС ТОиР.

При синтезі для кожної реалізуємої функції ІТС ТОиР можуть бути поставлені в відповідність елементи штучного інтелекту. Таким чином, можна отримати загальну ієрархічну структурно-елементну модель ІТС ТОиР і її окремих модулів і функціональних блоків. Модель відображає ієрархію ІТС ТОиР до рівня підприємств (або їх регіональних об'єднань) включительно. В межах кожного виду САТ функціональні структури, реалізуємих в ІТС ТОиР на кожному ієрархічному рівні загальної системи, будуть різними, що вимагає застосування і відповідних різних інтелектуальних платформ.

Так, для автотранспортних регіональних об'єднань основними діями інтелектуалізованої системи ТОиР автомобілів на рівні регіону є формування і реалізація відповідної регіональної політики в області безпеки руху САТ, узгодженої з державною політикою України. Тому інтелектуальна платформа цього рівня повинна містити системи (підсистеми) інтелектуальної підтримки приймаємих рішень в області формування мережі авторемонтних підприємств і станцій технічного обслуговування, підсистеми контролю за технічним станом засобів транспорту, підсистеми контролю якості виконання і відповідальності за виконання ТОиР, регулювання питань забезпечення якості ремонтно-експлуатаційних матеріалів і інші.

На рівні авторемонтних підприємств і станцій технічного обслуговування основні функції інтелектуалізованих ТС ТОиР включаються в забезпечення ефективного управління при технологічній підготовці і проведенні ТОиР. Тут можливе застосування інтелектуалізованих інформаційно-вимірних систем і комплексів, пов'язаних з автоматизованим проектуванням технологій або управлінням складними операціями ТОиР автотранспортними засобами. Крім того, інтелектуалізована допоміжна підсистема для засобів автомобільного транспорту повинна ефективно вирішувати задачі діагностики і ідентифікації технічного стану, матеріально-технічного забезпечення ремонтно-експлуатаційними матеріалами і інші. Тут можливе застосування спеціалізованих інформаційно-вимірних комплексів, інтелектуалізованих САПР ТП, САПР ТПП, а також засобів автоматизації виконання допоміжних функцій.

В залежності від повноти охоплення визначуємих рівнем технізації певної групи функцій традиційно розрізняють частинний і повний рівень, якщо

задействованы все группы – то указывается комплексный уровень. Следовательно, в зависимости от полноты охвата множества функций по формулам (4) - (6) могут быть установлены такие уровни интеллектуализации:

1) полная или частичная интеллектуализация на одном иерархическом уровне, охватывающая триаду функций полноты основного технологического цикла воздействий ТООР, включающие основные, вспомогательные и информационно-измерительные (управленческие) функции;

2) полная или частичная интеллектуализация на одном иерархическом уровне, охватывающая триаду функций временного цикла развития, включающие подготовительные, основные (целевые) и заключительные функции по времени ЖЦ ;

3) комплексная интеллектуализация на одном иерархическом уровне, охватывающая триаду функций полноты основного технологического цикла воздействий ТООР и охватывающая триаду функций временного цикла развития;

4) комплексно-интегрированная интеллектуализация, охватывающая комплексную интеллектуализацию на одном иерархическом уровне и триаду функций иерархии, включающие функции надсистемы, системы и подсистемы.

Так, для технологической операции, выполняемой на SMART-оборудовании ТООР, устанавливаются уровни интеллектуализации, представленные в табл. 2.

Таблица 2 - Уровни интеллектуализации для технических средств ИТСТОиР

Уровень	Интеллектуализируемые функции	Формула структуры
1) уровень (частичная)	Основного (целевого) цикла	$\{F_{осн}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}\}$
2) уровень (частичная)	Вспомогательные по обслуживанию основного цикла (дополн.)	$\{F_{осн}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}, F_{всп}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}\}$
3) уровень (частичная)	Контроль состояния, управление, адаптация	$\{F_{осн}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}, F_{всп}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}, F_{упр}^{(0)}, f_{упр}^{(0)}\}$
4) уровень (полная)	Подготовительно-заключительные, переналадка, трансформация	$\{\{F_{осн}\}, \{F_{пз}\}, \{F_{упр}\}\}$
5) уровень (комплексная)	Интеллектуализированное проектирование технологий	$\{\{\{F_{осн}\}\}, \{\{F_{пз}\}\}, \{\{F_{упр}\}\}\}$
6) уровень (комплексно-интегрированная)	Интегрированный комплекс интеллектуализированной обработки, подготовки и управления	$\{\{\{F_{осн}\}\}, \{\{F_{пз}\}\}, \{\{F_{упр}\}\}\}$

В процессе функционирования реализуются функции интеллектуального управления (принятие решений, обучение, формирование РЭЭ). 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 высокую эффективность технологий ТОиР.

**Принципы формирования ИТС ТОиР.** Исходя из представлений о направлениях развития транспортного комплекса, можно синтезировать признаки необходимой отраслевой транспортной доктрины в той части, которая имеет отношение к формированию ИТС ТОиР. В табл. 2 приведен вариант оценки признаков для отраслевых транспортных доктрин.

Таблица 2 - Основные признаки отраслевых транспортных доктрин Украины

Наименование признака	Отраслевая транспортная доктрина		
	Существовавшая (до 1990 г.)	Действующая (переходная)	Новая (перспективная)
1. Уровень определения цели	Отраслевые транспортные средства	Транспортные предприятия, сфера потребления	Социальная сфера
2. Цели деятельности	Обеспечить плановые показатели	Обеспечить прибыль, коммерческую выгоду	Обеспечить все виды безопасности при транспортировке
3. Правовое регулирование	Законодательство СССР, положения о ТО и ремонте	Законодательство Украины, правовые акты	Закон о транспорте, акты по безопасности жизнедеятельности
4. Инструментарий	Механизмы планового развития ТС	Механизмы рыночного развития ТС	Механизмы направленного развития
5. Основные субъекты ТОиР	АРЗ, АТП, СТО, фирменное обслуживание	Системы предприятий фирменного обслуживания, СТО	Система предприятий ТО, ремонта, модернизации и утилизации
6. Техническая оснащенность, уровень технизации	Механизация, автоматизация поточного ремонтного производства	Информатизация, механизация, программное управление	Интеллектуализация и автоматизация технических средств ТОиР
7. Качество информационного сопровождения	Фрагментарная, неформализованная, проблемно неориентированная	Фрагментарная, формализованная, проблемно неориентированная	Полная, обработанная и формализованная, проблемно ориентированная
8. Статус транспортного средства	Независимый субъект с непрогнозируемым состоянием	Субъект ТС с прогнозируемым состоянием	Предсказуемый, контролируемый субъект ТС

Признаки существовавшей и действующей доктрины определены на основе обобщения экспертных оценок (среди экспертов 3 доктора и 5 кандидатов наук) и анализа современного состояния отраслевой транспортной промышленности. Базовой идеей новой доктрины можно определить идею безопасной и надежной транспортировки грузов и пассажиров в нужных объемах и номенклатуре по заданным маршрутам с высокой скоростью «точно вовремя» с последовательным расширением технизации функций до уровня интеллектуализации, ориентацией на упреждающее развитие возможностей и согласованное с надсистемой саморазвитие в условиях интеграции и глобализации.

Основные структурные элементы транспортного комплекса Украины, которые будут формировать новое усовершенствованное транспортное пространство САТ: автотранспортные организации и предприятия, их институциональная структурированность; состав групп субъектов транспорта; содержание услуг, формы и методы функционирования ИТС ТОиР; транспортная архитектура и инженерия, технология ее работы. Сравнение доктрин по основным признакам, касающихся вопросов формирования ИТС ТОиР, представлено в табл.2.

Реализовать потенциальные возможности ИТС ТОиР возможно при учете требований надсистемы, которые следуют из анализа отраслевой транспортной доктрины (табл. 2). Для этого при формировании ИТС ТОиР необходимо соблюдать следующие принципы.

1) *Осуществимость* предполагает последовательность во времени степени интеллектуализации от «фрагментальной», частичной (внедрение компонентов ИИ) к полной, комплексной через создание ИТС ТОиР. При этом на различных иерархических уровнях ИТС ТОиР могут быть реализованы сочетания уровней технизации (ручной, механизированный, автоматизированный, интеллектуализированный) в режимах интерактивного (диалогового) управления функциями системы исходя из принципов комплексной оптимизации, но доминирующим направлением развития является создание ИТС. Механизм роста – рыночная самореализация общего технического прогресса и направленные действия по совершенствованию «узких» мест ИТС ТОиР.

2) *Комплексная оптимизация* заключается в формировании интеллектуализированных компонентов для обучения и принятия оптимальных решений на каждом иерархическом уровне ИТС ТОиР с учетом последовательных САЛС-циклов на основе комплекса единых критериев оптимальности (обеспечение надежности и безопасности САТ методами ТОиР, производительность ИТС, экономическая и экологическая эффективность), оптимизация по уровню технизации, структуре и параметрам.

3) *Адекватность* обеспечивается соответствием специальных возможностей ИТС ТОиР атрибутам САТ как объекта идентификации для ТОиР, к числу которых относятся сфера применения, назначение, функции, эффекты, процессы, структура и параметры. Осуществляется созданием РЭЭ, которые в ИИ создают условия для выполнения задач достоверной идентификации в ИТС ТОиР, повышения эффективности технологических процессов.

5) *Комплементарность* отображает реальные связи объекта и субъекта в ИТС ТОиР, что определяет соответствие во сочетаниях «дефект-метод ремонта», запасные (заменяемые) детали в группах (например, входящих в одну размерную цепь);

6) *Информационной достаточности* – это означает, что существует минимальный уровень информации для ИИ, который определяет возможность эффективного проведения ТОиР.

7) *Множественности* задач для ИИ, т.к. базы знаний, обучаемые РЭЭ содержат информацию по реальным объектам ТОиР и составляют связанное множество, элементы которого определяются системным представлением объекта.

Эти принципы могут использоваться при формировании ИТС ТОиР на этапах их создания, функционирования, развития и дополнения, коммуникации, управления и ликвидации. Таким образом, используя системно-процессное представление ТС ТОиР можно подготовить концептуальную основу для формирования программ реформирования и организации деятельности транспортного комплекса синтетельтуально-интегрированным уровнем управления системой ТОиР САТ.

**Выводы.** Полученные результаты определяют структурные уровни и принципы системно-процессного формирования ИТС ТОиР, атрибуты и целесообразность применения. Показано полное множество функций ИИ в ИТС ТОиР, выявлены их структурно-параметрические особенности, отражающие иерархию, функции и этапы жизненного цикла. Сложность организации ремонтного производства, необходимость его специального информационного обеспечения и сопровождения может быть преодолена при переходе на следующий уровень технизации и формирования ИТС ТОиР. Формирование ИТС ТОиР должно идти под влиянием двух механизмов: рыночной самореализации и целевых действий органов управления. Направленность самоорганизационных процессов обеспечивается макроэкономическими методами, соответствующим нормативно-правовым полем, регулированием состояний субъектов транспортных рынков и САТ. Полученные результаты могут составить основу для создания программ реформирования и организации деятельности транспортных систем нового поколения на всех иерархических уровнях транспортного комплекса. Таким образом, применение ИТС ТОиР должно повысить его эффективность, обеспечить качество ремонта и технического обслуживания различной техники.

**Список литературы:** 1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДПроект», 2005. – 400 с. 2. Тернюк Н.Э. Структура системо-мыследеятельного комплекса для моделирования транспортных систем / Н.Э. Тернюк, Ю.В. Дудукалов, Н.Н. Гладкая, В.В. Федченко // Механіка та машинобудування. – 2011. - №1. – С. 141-148. 3. Никонов О.Я. Бионика автомобиля на основе гибридных нейрофаззи сетей / О.Я. Никонов, О.А. Подоляка, А.И. Середина // Механіка та машинобудування. - 2011- №1. – С. 118-123. 4. Алексеев В.О. Информационно-коммуникационный центр автомобиля / В.О. Алексеев // Механіка та машинобудування. – 2010, №2. – С. 184-188. 5. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / [под общ. ред. А.Г. Братухина]. – К.: Техніка, 2001. – 728 с. 6. Соломенцев Ю.М. Информационно-вычислительные системы в машиностроении. CALS-технологии / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, В.В. Павлов, А.В. Рыбаков – М.: Наука, 2003. – 292 с. 7. Дудукалов Ю.В. Обеспечение качества технического обслуживания и ремонта машин при внедрении CALS-технологий / Ю.В. Дудукалов, С.А. Торяник // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 69 «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» - Х., 2008. – С. 213- 216. 8. Семенченко А.К. Принципы создания проходческих комбайнов как

мехатронних систем. /Семенченко А.К., Шабает О.Е., Семенченко Д.А., Хищенко Н.В. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-електромеханічна. Випуск 113.- Донецьк, 2006. – С. 238-243. **9.** Володин Д.П. Архитектура распределенной информационной системы предприятия / Д.П. Володин, А.М. Марасанов, Т.А. Тихонова, Ф.М. Хасянов // Математическое моделирование. Том 14, номер 8, 2002. - С. 31-36. **10.** Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации / Цыпкин Яков Залманович. М.: Наука, 1995. – 336 с. **11.** Матейчик В.П. Інформаційні основи формування та оцінки сучасних виробництв технічного обслуговування і ремонту автомобілів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, Є.О. Комов // Вісник Національного транспортного університету. Випуск 27 – К.: НТУ – 2013. – С. 63-70. **12.** Дудукалов Ю.В. Формирование ремонтно-эксплуатационных эталонов для обеспечения эффективности капитального ремонта средств транспорта / Ю.В. Дудукалов, Н.Э. Тернюк // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов. – Вып. 23. - Х., 2011. – с. 203-206.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Avtomobilniy transport UkraYini: stan, problemi, perspektivi rozvitku: monografiya / Derzhavniy avtotransportniy naukovo-doslidniy i proektniy Institut; zazag. red. A.M. Redzyuka. – K.: DP «Derzhavtotrans NDI proekt», 2005. – 400 s. **2.** Ternyuk N.E. Struktura sistemo-myisledeyatelnogo kompleksa dlya modelirovaniya transportnyih sistem / N.E. Ternyuk, Yu.V. Dudukalov, N.N. Gladkaya, V.V. Fedchenko // Mehanika ta mashinobuduvannya. – 2011. - #1. – S. 141-148. **3.** Nikonov O.Ya. Bionika avtomobilya na osnove gibridnyih neyrofazzisetey / O.Ya. Nikonov, O.A. Podolyaka, A.I. Seredina // Mehanikatamashinobuduvannya. - 2011 - #1. – S. 118-123. **4.** Alekseev V.O. Informatsionno-kommunikatsionniy tsentr avtomobilya / V.O. Alekseev // Mehanikatamashinobuduvannya. - 2010 - #2. – S. 184-188. **5.** Informatsionnye tehnologii v naukoemkom mashinostroenii: Kompyuternoe obespechenie industrialnogo biznesa / [podobsch. red. A.G. Bratuhina]. – K.: Tehnika, 2001. – 728 s. **6.** Solomentsev Yu.M. Informatsionno-vyichislitelnyiesistemyi v mashinostroenii. CALS-tehnologii / Yu.M. Solomentsev, V.G. Mitrofanov, V.V. Pavlov, A.V. Ryibakov – M.: Nauka, 2003. – 292 s. **7.** Dudukalov Yu.V. Obespechenie kachestva tehniceskogo obsluzhivaniya i remonta mashin pri vnedrenii CALS-tehnologiy / Yu.V. Dudukalov, S.A. Toryanik // Visnik Harkivskogo natsionalnogo tehnicnogouniversitetusliskogo gospodarstvalm. Petra Vasilenka. – Vip. 69 «Problem i nadlynosti mashin ta zasoblv mehanizatsiyi slisko gospodarstvoskogo virobnitstva» - H., 2008. – S. 213 – 216. **8.** Semenchenko A.K. Printsipy i sozdaniya prohodcheskih kombaynov kak mehatronnyih sistem. / Semenchenko A.K., Shabaev O.E., Semenchenko D.A., Hischenko N.V. // Naukovipratsi Donetskogo natsionalnogo tehnicnogo universitetu. Seriya: Girnicho-elektromehanichna. Vpusk 113.- Donetsk, 2006. – S. 238 – 243. **9.** Volodin D.P. Arhitektura raspredelennoy informatsionnoy sistemyi predpriyatiya / D.P. Volodin, A.M. Marasanov, T.A. Tihonova, F.M. Hasyanov // Matematicheskoe modelirovanie. Tom 14, nomer 8, 2002. - S. 31-36. **10.** Tsyipkin Ya.Z. Informatsionnaya teoriya identifikatsii / Tsyipkin Yakov Zalmanovich. M.: Nauka, 1995. – 336 s. **11.** Mateychik V.P. InformatslynI osnovi formuvannya ta otslnki suchasnihi virobnitstv tehnicnogo obslugo vuvannya I remontu avtomobiliv / V.P. Mateychik, V.P. Volkov, P.B. Komov, E.O. Komov // Visnik Natsionalnogotransportnogouniversitetu. Vpusk 27 – K.: NTU – 2013. – S. 63-70. **12.** Dudukalov Yu.V. Formirovanie remontno-ekspluatatsionnyih etalonov dlya obespecheniya effektivnosti kapitalnogo remonta sredstv transporta / Yu.V. Dudukalov, N.E. Ternyuk // Avtomobilniy transport. Sbornik nauchnyih trudov. – Vyip. 23. - H., 2011. – S. 203 – 206.

Надійшла (received) 01.03.2014