

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕИНЖИНИРИНГА СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Евгений Коноплянченко, Владислав Герасименко, Виталий Колодненко

Сумской национальный аграрный университет

Украина, г. Сумы, ул. ул. Герасима Кондратьева, 160

Evgenie Konopljanchenko, Vladislav Gerasimenko, Vitaly Kolodnenko

Sumy National Agrarian University

Str. Gerasim Kondratyev, 160, Sumy, Ukraine

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы реинжиниринга средств транспорта специального назначения. Изложена методика сохранной разборки их элементной базы с учетом специфики условий эксплуатации и остаточного влияния на окружающую среду.

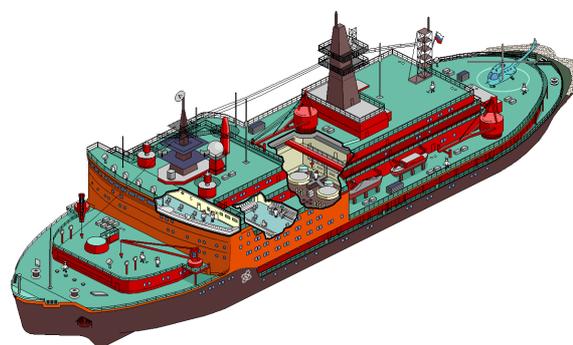
Ключевые слова: ресурс, технология, реинжиниринг, транспорт.

жизненного цикла; определяет обязанности и взаимодействие должностных лиц и подразделений организации по обеспечению безопасности.

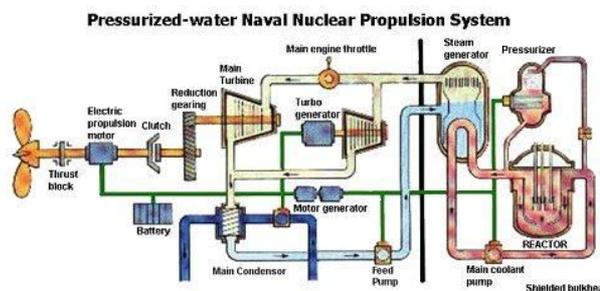
ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основой продовольственного и кормового среди всего разнообразия средств транспорта, в отдельную группу, можно выделить такие средства, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, в силу специфических особенностей их конструкции и функционального назначения. Представителем таких средств является морской транспорт с ядерными силовыми установками (рис. 1).

Безопасность ядерных установок требует системной организации работ. Для безопасности эксплуатации такого рода оборудования существует масса нормативной документации, такой как стандарт организации СТО СМК-117-2009 «Обеспечение безопасности ядерных установок», который: отражает приверженность организации требованиям культуры безопасности; распространяется на сотрудников (специалистов), осуществляющих разработку всех типов ядерных установок, находящихся в компетенции организации; формирует систему мер по комплексному решению вопросов безопасности создаваемых и эксплуатируемых установок; устанавливает требования к организации и содержанию работ, связанных с обеспечением безопасности ядерных установок и их составных частей для всех этапов



а)



б)

Рис. 1. Схема расположения (а) и схема работы (б) корабельной ядерной установки

Fig. 1. Arrangement scheme (a) and the work scheme (б) ship nuclear installation

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На этапе ремонта и модернизации таких изделий возникает необходимость их разборки до вышедшей из строя детали (рис. 1).

Известно, что полная разборка оборудования при ремонте или модернизации – одна из нежелательных операций, так как даже при самой квалифицированной сохранной разборке нарушаются сопряжение прирабо-

таных деталей и нормальный натяг в пазах с неподвижными посадками [1, 4, 7]. Часть деталей при разборке повреждается (ломаются приливы, лапки, фланцы, сбиваются грани болтов, гаек, разрушаются шплинты, заклепки и т. п.). Агрегаты и детали, не требующие ремонта, вообще не рекомендуется снимать с оборудования из-за возможного снижения работоспособности машин в целом. Поэтому перед разборкой оборудования важно определить объективную потребность выполнения работ [1, 3, 5].

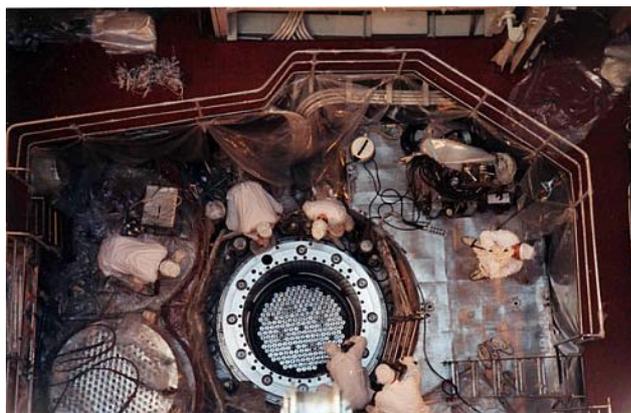


Рис. 2. Процесс ремонта ядерного реактора корабельной установки

Fig. 2. Process of repair of nuclear reactor of ship installation

Однако вопросы, касающиеся непосредственного применения пневмоподъема павшего стеблестоя и пневмоувливания зерна выбиваемого планками мотвила комбайна, в литературных источниках не освещались. А поэтому отсутствие теоретического обоснования процесса пневмоулавливания зерна не способствует и разработке эффективных технических решений для его реализации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является проведение анализа процесса ресурсосберегающей технологии реинжиниринга средств транспорта специального назначения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В реальных условиях эксплуатации оборудования может меняться не только тип соединения входящих в него деталей, но и степень их воздействия на окружающую среду

(химическая, радиологическая опасность и т.д.), что непременно приводит к изменению набора задействованных при разборке методов [6, 10, 12].

Поиску оптимальной последовательности разборки посвящен ряд концепций таких как [3, 11]: Диаграмма последовательности сборки, которая позволяет выполнить анализ на возможность/невозможность присоединения детали на этапе узловой сборки; И/ИЛИ граф, устанавливающий условия предшествования между деталями; Граф связи, который описывает взаимосвязь и ограничение на перемещение сопрягаемых деталей; Неориентированный граф препятствий, определяющий природу блокирования перемещений деталей, используя понятие разбиения графа; Концепция геометрических ограничений, учитывающая простоту разборки. Кроме этого широкое применение для формализации генерации последовательностей разборки и сборки вызвало их представление в виде сетей Петри [13]. Основная проблема вышеуказанных подходов состоит в том, что они ориентированы только на геометрические объекты без учета технологической специфики их разборки.

С этой целью предлагается адаптировать метод сохранной разборки, получивший название «Распространение Волны Разборки», суть которого состоит в определении последовательности частичной разборки минимизированной по количеству отделяемых от изделия элементов, для специфических условий эксплуатации оборудования [8, 15-17, 19].

Данным подходом решаются две задачи:

- построение волны разборки, для определения топологии доступа к детали до которой необходимо выполнить разборку;
- определение точек пересечения волн разборки для формирования множества вариантов последовательности разборки изделия.

В общем случае в процессе разборки изделия рассматриваются два вопроса – полная и выборочная (частичная) разборка. Проиллюстрируем оба варианта при помощи геометрической модели (рис. 3).

При этом сама геометрическая модель сборочной единицы или изделия (*A*), является совокупностью деталей (компонентов) (*C*)

входящих в множество последовательностей разборки (S) [19, 20].

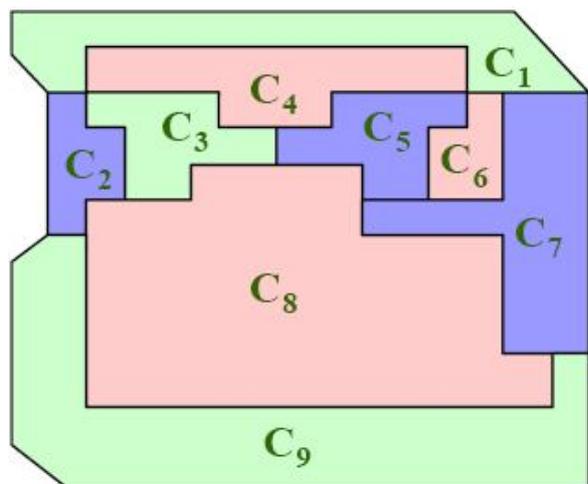


Рис. 3. Модель изделия для иллюстрации процесса разборки

Fig. 3. Model of product for illustration of process of dismantling

В случае полной разборки (CD) все детали изделия A содержатся в последовательности S . Для примера, представленного на рис. 3 данная последовательность описывается выражением:

$$S = \{C_9, C_7, C_1, C_2, C_8, C_6, C_4, C_3, C_5\}.$$

В случае частичной разборки (SD) процесс выполняется только до необходимой детали или их совокупности. Например, для совокупности целевых деталей $C = \{C_3, C_5\}$ (рис. 1) одним из вариантов разборки может быть последовательность $S = \{C_1, C_4, C_3, C_5\}$.

Однако при необходимости доступа к одной или n деталям в изделии A возникает вопрос минимизации отделяемых деталей т.е. вопрос поиска оптимальной последовательности разборки (OS).

Решения проблемы частичной разборки (SD) методом «Распространение волны» (WP) происходит согласно алгоритму автоматизированного поиска варианта последовательности S частичной разборки SD , который учитывает m – количество деталей C до которых необходимо выполнить разборку в изделии A состоящего из n – элементов.

Данный алгоритм выполняет обработку для двух условий частичной разборки:

1. SD до одной детали – определяемой как $Single\ SD$ ($m = 1$),

2. SD до m – деталей ($1 < m < n$) – определяемой как $Multiple\ SD$.

При этом целевым элементом ($target\ component - C_x$) является деталь до которой необходимо выполнить разборку.

Детальными первой «волны» являются детали имеющие сопряжения (поверхность контакта) с целью.

Во вторую волну входят детали имеющие поверхности сопряжения с деталями первого круга, и т.д. до «граничных» элементов ($boundary\ component - C_b$), находящихся на поверхности изделия.

Рис. 4 иллюстрирует распространение волны разборки от элемента C_x .

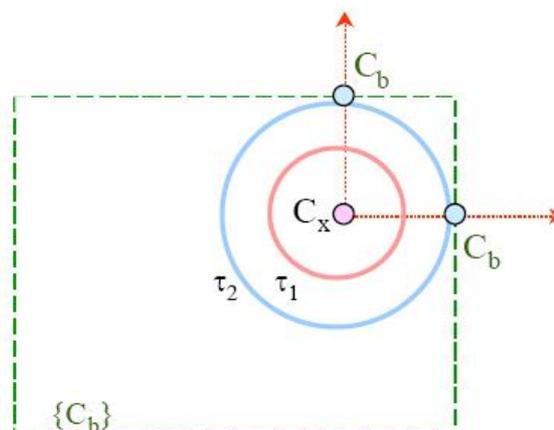


Рис. 4. Распространения волн разборки

Fig. 4. Distributions of waves of dismantling

Пример применения волн разборки приведен на рис. 5, где целевым компонентом является $C_x = C_{16}$. Для демонтажа элемента C_{16} – необходимо удалить элемент C_{17} в волне τ_1 , а C_{17} демонтировать после удаления элемента C_{18} в волне τ_2 [14,15].

Таким образом формируется последовательность $S = \{C_{18}, C_{17}, C_{16}\}$.

Также может существовать альтернативная последовательность $S = \{C_4, C_{10}, C_{16}\}$.

Используя данный метод в этом конкретном примере анализу подвергаются всего 13 элементов, что значительно меньше общего количества компонентов ($n = 42$) в изделии.

Кроме этого, при анализе возможности разборки, данный метод учитывает различные виды геометрических ограничений на перемещение элементов (винты, болты, заклепки и т.д.).

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕИНЖИНИРИНГА
СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈
C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄
C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉	C ₃₀
C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄	C ₃₅	C ₃₆
C ₃₇	C ₃₈	C ₃₉	C ₄₀	C ₄₁	C ₄₂

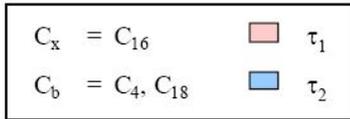


Рис. 5. Элементы разбираемого изделия
Fig. 5. Elements of an assorted product

Волны разборки представляются в виде графа степени удаленности, узлы которого соответствуют деталям в волне разборки, а дуги – степени удаленности между деталями. Рисунок 6 иллюстрирует τ и β – распространение волн, где τ_a – волна определяет множество деталей в a-том фронте волны из всей совокупности C_x, а β_a – волна определяет количество граничных или удаляемых деталей из сборочной единицы или изделия A.

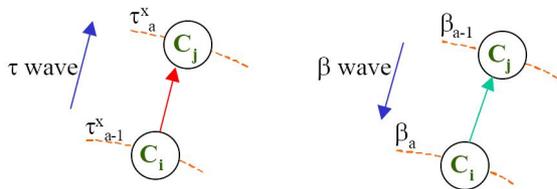


Рис. 6. Граф распространения τ и β волн разборки

Fig. 6. Count of distribution τ and β dismantling waves

На графе τ – волна от C_i до C_j компонента изделия, представленных в графе как C_i → C_j, подразумевает, что C_i компонент будет демонтирован только после удаления компонента C_j. При этом β – волна от C_i ∈ β_{a-1} до C_i ∈ β_a, представленная в графе как C_i → C_j обозначает, что C_i компонент перейдет в статус граничного после демонтажа всех компонентов C_j.

Математическое описание события «пересечения τ и β волн» представляется как:

для любого m (1 ≤ m ≤ s) пересечение τ – волны (τ^{x1}, τ^{x2}, ..., τ^{xm}, где C_{x1}, C_{x2}, ..., C_{xm} ∈ C) и β – волны в C_W ∈ A, подразумевая, что C_W ∈ τ^{x1}, τ^{x2}, ..., τ^{xm}, β.

Процедура пересечения волн определяет минимально необходимое количество отседаваемых элементов. Допустим C_i \xrightarrow{P} C_j обозначает минимальнокомпонентную последовательность разборки от C_i до C_j. Тогда каждое пересечение τ – волны (τ^{x1}, τ^{x2}, ..., τ^{xm}), для m > 0 определяется как:

$$S = \left\{ \begin{array}{l} C_b \xrightarrow{P} C_W, C_W \xrightarrow{P} C_{x1}, \\ C_W \xrightarrow{P} C_{x2}, \dots, C_W \xrightarrow{P} C_{xm} \end{array} \right\},$$

для C' = {C_{x1}, C_{x1}, ..., C_{xm}} ⊆ C и C_W ∈ A. Суть процедуры сводится к поиску компонента в котором пересекаются волны, что позволяет формировать оптимальную, с точки зрения минимизации количества отделяемых компонентов последовательность.

Адаптация вышеприведенного метода состоит в формализации процесса разборки изделий с учетом влияния, как условий эксплуатации на изделие, так и учета степени влияния остаточных негативных эксплуатационных факторов в изделии на окружающую среду [9].

Изделие, с точки зрения технологии разборки представляется совокупностью видов соединений входящих в него деталей. При этом период эксплуатации изделия представляется как функция E = f(t, u, v), зависящая от ряда факторов: t – времени эксплуатации; u – условий эксплуатации; v – степени остаточного воздействия на окружающую среду. Фактор времени – за длительное время эксплуатации деталей даже в нормальных условиях происходит изменение вида соединения, связанное например, с износом пар трения, изменения физических свойств деталей находящихся в контакте (пересыхание резиновых уплотнений, намагничивание поверхности контакта и т.д) [2,5]. Фактор условий эксплуатации – воздействие агрессивной среды, запыленность рабочей зоны, термовоздействие, тяжелые нагрузки, эксплуатация в условиях жесткого излучения (повышенная радиация), и др. виды зараже-

ния. Фактор степени остаточного воздействия на окружающую среду – определяет степень последствий воздействия неблагоприятных условий эксплуатации на изделие в целом, и входящие в него детали в частности (взрывоопасность, остаточная радиационное излучение, биологическая опасность и т.д.). Все вышеуказанные факторы оказывают влияние, по отдельности и в своей совокупности, не только на трансформацию видов соединений, но и на генерацию последовательности частичной разборки изделий до вышедшей из стоя детали. Кроме того, выбор производственных условий на ремонтном предприятии и средств технологического оснащения также зависит от комбинации их влияния [4, 7].

Так как задача выбора технологий разборки является инвариантной, т.е. реализуемой различными методами или их комбинацией, на первом этапе направленного выбора формируем матрицу достижимости решения задачи $R = [r_i]$, которая определяется следующим образом:

$$r_i = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } P_0 \text{ достижима из } P_i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

где: P_0 – решение задачи; P_i – элемент решения.

Таким образом происходит отсев всех вариантов, которые не позволяют достичь необходимые требования (тупиковые варианты). Возможные варианты реализации задачи частичной разборки представляем в виде графа (рис. 7).

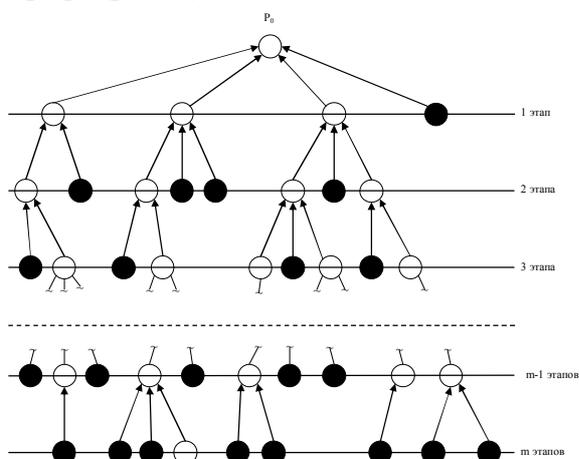


Рис. 7. Граф реализации задачи (дерево решений)

Fig. 7. Count of realisation of problem (tree of decisions)

Граф является ориентированным, вершина которого P_0 является решением задачи, уровни графа соответствуют этапам решения, т.е. количеству задействованных методов из возможных «m» вариантов комбинаций. Узлы графа – методы достижения необходимых требований. Ребра графа – технологии, позволяющие реализовать методы. В графе имеются висячие вершины – нижний уровень разбиения задачи.

Граф строится согласно матрицы достижимости R , в которой множество вершин $R(P_i)$ графа достижимых из вершин P_0 состоит из таких элементов P_i , для которых i -й элемент в матрице равен 1.

В этом случае математическая модель процедуры направленного выбора технологий реинжиниринга представляется в виде гиперкуба, набор плоскостей которого соответствует методам разборки, а сами плоскости представляют собой матрицы средств технологического оснащения и соответствующих им технологических режимов.

Данная модель позволяет построить матрицу смежности методов $A = [a_{i,j}]$ (рис. 8), которая определяется следующим образом:

$$a_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если существует связь между методами } (M_i, M_j), \\ 0, & \text{если связи нет.} \end{cases}$$

Матрица имеет размерность $n \times n$ по числу анализируемых методов.

Заполнение матрицы происходит построчно. Согласно графа реализации задач (рис. 7) строка матрицы соответствует набору методов, а столбец определяет сложность решения задачи (количество этапов).

Множество решений данной задачи на качественном уровне описывается уравнением (необходимое условие):

$$\forall_{\psi \in \Psi} R_{\psi} = \{R \mid \gamma_R^{\min} \leq \gamma_R \leq \gamma_R^{\max}\},$$

т.е. для всех существующих вариантов решения задачи (совокупности технологий) заложенные критерии по качеству процесса должны находиться в области допустимых значений $\lambda_{P_0}^{\min} \leq \lambda_{P_0} \leq \lambda_{P_0}^{\max}$, по прогнозированию вероятности бездефектной разборки ответственных изделий, по обеспечению заданной точности, герметичности и т.п.

A =	0	0	0	1	0	...	0	1
	0	0	1	0	0	...	0	2
	1	0	0	0	0	...	0	3
	0	0	0	0	1	...	0	4
	0	0	0	0	0	...	1	5

	0	1	0	0	0	...	0	n
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	...	M _n	

Рис. 8. Матрица смежности методов разборки
Fig. 8. Matrix of contiguity of methods of dismantling

Кроме того, одним из приоритетных критериев является экологическая безопасность доступа к деталям, которые работают в условиях опасных для человека и/или окружающей среды.

Решением задачи на технологическом уровне (достаточное условие):

$$\exists_{\xi \in \theta} R_{\xi} = \bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi} \vee \exists_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi} \vee \exists_{\zeta=1}^{\lambda} STO_{\zeta} \vee \exists_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon},$$

где: $\exists_{\xi \in \theta} R_{\xi}$ – существующий вариант решения задачи; $\bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi}$ – совокупность вариантов решения задачи, удовлетворяющих необходимому условию; $\exists_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi}$ – наличие методов решения задачи для каждого варианта; $\exists_{\zeta=1}^{\lambda} STO_{\zeta}$ – наличие средств технологического оснащения, способных реализовать необходимые методы; $\exists_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon}$ – наличие необходимых технологических режимов для средств технологического оснащения под каждый метод.

В этом случае из технологических себестоимостей вариантов решения задачи удовлетворяющего необходимому и достаточному условию формируется множество, согласно выражения [6,7]:

$$\{C_{P_0}\} = \bigcup_{k \in X} \{C_{P_0}(k) \mid \begin{array}{l} \exists_{\xi \in \theta} R_{\xi} = \bigcap_{\psi=1}^{\chi} R_{\psi} \vee \exists_{\phi=1}^{\varphi} M_{\phi} \vee \exists_{\zeta=1}^{\lambda} STO_{\zeta} \vee \exists_{\varepsilon=1}^{\tau} TP_{\varepsilon}, \\ \forall_{\psi \in \Psi} R_{\psi} = \{R \mid \gamma_R^{\min} \leq \gamma_R \leq \gamma_R^{\max}\} \end{array} \}$$

Оптимизационная задача по экономическим критериям (минимуму технологической

себестоимости) тогда представляется выражением:

$$P_0^{opt} = \lim_{C_{mex} \rightarrow \min} P_0 \mid C_{mex} \in \{C_{P_0}\}.$$

ВЫВОДЫ

Основная идея приведенной в работе концепции заключается в разработке методологии системного подхода к проектированию высокоэффективных технологических систем, применяемых при реконструкции, модернизации и восстановлении работоспособности технических средств и объектов материального производства в машиностроении.

Практическое применение предлагаемого подхода позволит повысить качество и безопасность процесса ремонта и модернизации такой сложной техники, как средства транспорта специального назначения, а внедрение формализованной методики в условиях реального производства позволит повысить уровень и эффективность использования имеющихся средств технологического оснащения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Borisov Yu.S. 1978: Organizatsiya remonta i tehničeskogo obsluzhivaniya oborudovaniya. M.: Mashinostroenie. – 359.
2. Zaharov N.V., Konoplyanchenko E.V. 2006: Prikladnoe primenenie teorii vremennykh tehnologičeskikh tsepey v protsessah sborki izdelij// Sborka v mashinostroenii i priborostroenii, M.: Mashinostroenie. – 9(74). – 3–11.

3. Ivahnenko A.G., Oleynik A.V. 2003: Generatsiya posledovatelnostey razborki izdeliy dlya povtornogo ispolzovaniya i pererabotki//Modelirovanie sistem. – 1(5). – 33–40.
4. Konoplyanchenko E.K. 2009: Voprosu obespecheniya kachestva remonta oborudovaniya napravlenным vyiborom tehnologii ego razborki// VI Konferencija Naukovo-Techniczna TERO-TECHNOLOGIA 2009 Targi-Kielce, 29-30 – Wrzesnia (Polsha). – 188–195.
5. Konoplyanchenko E. 2010: Osobennosti primene-niya teorii vremennyih tsepey na etape reno-vatsii promyshlennogo oborudovaniya /Konoplyanchenko E., Kolodnenko V.// Naukova konferencija IV LETNIA SZKOŁA INŻYNIERIIPOWIERZCHNI Kielce, 7-8.10.2010 (Poland) – 41–46.
6. Konoplyanchenko E.V. 2013: Obespechenie kache-stva reinzhiniringa slozhnoy tehniki vned-reniem resursosberegayuschih CALS-tehnologiy v remontnom proizvodstve/ Konoplyanchenko E.V., Gerasimenko V.A., Kolodnenko V.N.// VIsnik HNTUSG. Tehnichnyi servis mashin dlya roslinnitstva – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 134 – 80–86.
7. Konoplyanchenko E.V. 2010: Obespechenie resur-sosberezheniya slozhnoy tehniki na etape remonta napravlenным vyiborom tehnologii ee razborki/ Konoplyanchenko E.V. // VIsnik HNTUSG. Problemi nadlynosti mashin ta zasobiv mehanizatsiyi silskogospodarskogo virobnitstva. – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 100 – 317–321.
8. Konoplyanchenko E.V. 2010: Primenenie metoda «rasprostranyayuscheysya volnyi» v prikladnyih zadachah optimizatsii chastichnoy razborki otvetstvennyih izdeliy mashinostroeniya/ Konoplyanchenko E.V., Gerasimenko V.A., Kolodnenko V.N.//VIsnik HNTUSG. Problemi tehlichnoyi ekspluatatsiyi mashin. Sistemotehnika I tehnologiyi li sovogo kompleksu – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 94 – 123–129.
9. Konoplyanchenko E.V., Radchuk O.V., Kolodnenko V.N. 2009: Problemyi formalizatsii posle-dovatelnosti razborki izdeliy pri ih vos-tanovlenii, remonte i modernizatsii// VIsnik HNTUSG. Tehnichnyi servis APK, tehnik ta tehnologiyi u silskogospodars-komu mashinobuduvanni. – Harkiv: HNTUSG. – Vip. 77 – 122–127.
10. Konoplyanchenko E.V. 2010: Obespeche-nie kachestva protsessa renovatsii mashin vnedreniem resursosberegayuschih tehnologiy ih razbor-ki / Konoplyanchenko E.V., Kolodnenko V.N. // VIsnik Sumskogo natsionalnogo agrarnogo unIversitetu, Vip. 2(22), – 15–19.
11. Beasley, D., and Martin, R.R., 1993: “Dis-assembly sequences for objects built from unit cubes,” *Journal of Computer Aided Design*, Vol. 25, no. 12, – 751–761.
12. Boothroyd, G., and Alting, L., 1992: “De-sign for assembly and disassembly,” *CIRP Annals*, Vol. 42, no. 2, – 625–636.
13. C.A. Lakos, 1995: From Coloured Petri Nets to Object Petri Nets, Spring Veerlag, Vol. 935. – 124–132.
14. Gadh, R. and Srinivasan, H., 2000: “As-sembly and disassembly sequences of compo-nents in computerized multi-component assem-bly models,” *U.S. Software Utility Patent*, P99152US.
15. Gupta S.M. 1996: Disassembly of Products/ Gupta S. M., McLean C. R. // *Computers and Industrial Engineering*. – Vol.31(1) – 225–228.
16. Kuo T.C., Zhang H.C., Huang S.H., 2000: Disassembly analysis for electromechanical products: a graph based heuristic approach, *International Journal of Production research*, vol. 38, №.5 – 201–208.
17. Lee, Young Q., Kumara Soundar R.T., 1992: “Individual and Group Disassembly Se-quence Generation Through Freedom and Inter-ference Spaces”, *J. of Design and Manufactur-ing*, 143–154.
18. Penev, K.D., and Ron, A.J., 1996: “Deter-mination of a disassembly strategy,” *Interna-tional Journal of Production Research*, Vol. 34, no. 2, – 495–506.
19. Srinivasan, H., Figueroa, R., and Gadh, R., 1999: “Selective disassembly for virtual proto-tying as applied to de-manufacturing,” *Journal of Robotics and Computer Integrated Manufac-turing*, Vol. 15, No. 3. – 231–245.
20. Xu, Y., Mattikalli, R., and Khosla, P., 1995: “Generation of partial medial axis for disassem-bly motion planning,” *Journal of Design and Manufacturing*, Vol. 5, no. 2. – 89–102.
21. Kholoptsev A. 2012: Izmeneniya temperatur poverhnostnykh techeniy teplovogo okeani-cheskogo konveyyera pri sovemennom poteplinii klimata // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol.14, 1. 104–114.

22. Melnychuk M.D. 2011: Analiz sovremenno-ho stanu y perspektyv razvytyya Svitovoi ta ukrajinskoji Sonyachnoji enerhetyky // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol.13, V. – 5–12.

**SPECIAL PURPOSE TRANSPORT
SAFE RESOURCE REENGINEERING
TECHNOLOGIES**

Summary. In paper questions of special purpose transport reengineering are considered. The technique of their element base safe disassembly in view of service conditions specificity and residual influence on an environment is stated.

Key words: resource, technology, reengineering, transport.