

УДК 658.012.23

Ю.А. БЕЛОКОНЬ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*Рассматривается комплексная утилизация авиационной техники (АТ). Предложена системная модель организационного взаимодействия в иерархической структуре исполнителей проекта комплексной утилизации АТ. Взаимодействие исполнителей представлено в виде четырехуровневой иерархической модели. В модели отображено, какие исполнители задействованы на отдельных этапах проекта. Углубленно описаны задачи отдельных исполнителей в рамках проекта утилизации АТ. Разработаны теоретико-множественные модели описания действий исполнителей проекта утилизации. Предложено формализованное представление этапов выполнения проекта утилизации с помощью регулярных схем сетей процессов.*

**Ключевые слова:** утилизация авиационной техники, территориально распределенная организационная структура, системная модель, уровни исполнителей, этапы проекта, теоретико-множественная модель, регулярные схемы сетей процессов.

### Введение

Одним из эффективных направлений привлечения внебюджетных средств на поддержку отраслей самолетостроения Украины, Военно-воздушных Сил Украины и гражданской авиации, Министерства обороны и чрезвычайных ситуаций является использование финансовых ресурсов, полученных в результате комплексной утилизации летательных аппаратов, принадлежащих этим ведомствам.

Опыт промышленно развитых стран показывает, что использование высокоэффективных технологий комплексной утилизации позволяет реабилитировать до 60 – 65% стоимости материальной части утилизированной техники.

В Украине практика утилизации свидетельствует о том, что только 10 – 15 % стоимости утилизированной техники реабилитируется. Большая же ее часть используется не по назначению.

Комплексная утилизация летательных аппаратов даст возможность проводить дефектацию узлов и агрегатов и на основании этого пополнять авиационные подразделения, в том числе и военные, запасными частями с ресурсом.

Полученные вследствие комплексной утилизации запасные части и агрегаты с ресурсом дадут возможность проводить ремонт авиационной техники в Украине без посредников для «третьих» стран.

Кроме того, необходимо отметить, что изделия авиационной техники по своим конструктивно-технологическим решениям и использованию материалов относятся к уникальным изделиям, в конст-

рукциях которых обобщен передовой опыт и знания в отрасли самолетостроения. Поэтому при утилизации этого вида техники, с целью дальнейшего развития самолетостроения в Украине, целесообразно обеспечить не только получение финансовых ресурсов в результате реализации составляющих комплексной утилизации авиационной техники, а обобщить и использовать передовой опыт и знания, воплощенные в конструкции этих изделий.

### Постановка задачи исследования

В связи с тем, что утилизация сложной техники – комплексная задача, для ее решения необходимо задействовать научно-исследовательские организации и производственные мощности предприятий отрасли. Так, на Украине в проектах утилизации летательных аппаратов научно-технической подготовкой производства занимается Украинский научно-исследовательский институт авиационных технологий (ОАО УкрНИИАТ) [1, 2]; организационной подготовкой и маркетингом – Центр утилизации, основанный на базе Государственного предприятия Министерства обороны Украины «Украинская авиатранспортная компания» (ГП МОУ УАТК) [3] и ОАО УкрНИИАТ; производственной базой проекта являются авиаремонтные заводы и базы, предприятия Вторцветмета и Вторчермета.

Существующие методы описания проектного управления сложно применить для формализованного представления взаимодействия отдельных исполнителей в проекте утилизации АТ.

Существующее представление типов организационных структур (линейные, функциональные, матричные, дивизиональные, проектные и т.д.) применимо к отдельным организациям, но не позволяет отобразить территориально распределенные организационные структуры исполнителей в проекте утилизации АТ [4]. Дивизиональная схема удобна для предприятий с большим количеством однородных территориально обособленных подразделений, но в случае неоднородности и иерархичности осуществляемых исполнителями функций ее применение затруднительно.

Одним из новых типов организационных структур, который может быть использован в проекте утилизации, является так называемая динамическая сетевая организация. Данная структура позволяет дезагрегировать основные аспекты проекта (производство, инжиниринг, продажи, финансы, бухгалтерия) и распределить их между работающими по контракту компаниями. Сетевая структура обладает свойством более свободного и динамичного объединения, что характерно для проекта утилизации АТ, в котором участвуют различные ведомства и исполнители [5].

Для описания комплекса работ проекта широко используется метод сетевого планирования и управления (СПУ) [6, 7]. Но в проекте утилизации необходимо выполнять и согласовывать набор комплексов работ, осуществляемых отдельными исполнителями, поэтому применению метода СПУ должно предшествовать предварительное формализованное представление отдельных этапов и комплексов работ.

Таким образом, для эффективного управления реализацией проектов по утилизации АТ необходимо формирование модели организационного взаимодействия участников проекта.

### Решение задачи

Для эффективного управления проектом утилизации с учетом распределенной организационной структуры исполнителей предлагается системная модель взаимодействия участников проекта утилизации АТ. Данная модель позволяет отобразить все аспекты формирования инфраструктуры исполнителей при участии научно-исследовательских организаций, промышленных предприятий, маркетинговых и реализационных фирм. Она отвечает основным требованиям системного анализа [8]:

- иерархическая структура целей,
- наличие большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов;
- многофункциональность системы и составляющих ее элементов;

- наличие постоянного обмена информацией между элементами;

- изменчивость в структуре, алгоритмах функционирования, что связано с многофункциональностью системы, ее адаптируемостью к возникающим новым задачам и условиям функционирования;

- многоуровневый иерархический характер управления системой.

Взаимодействие исполнителей в проекте утилизации АТ представлено в виде четырехуровневой иерархической модели (рис. 1), которая отражает основные функции управления: координацию, планирование, контроль, учет.

*Верхний уровень* модели представлен координаторами проекта: Министерство транспорта, Министерство обороны, Министерство промышленной политики Украины и др.

*Второй уровень* организационной структуры образует планово-организационный и научно-исследовательский орган – Центр комплексной утилизации сложной техники, основанный на базе ОАО УкрНИИАТ и ГП МОУ УАТК. В задачи центра входит научно-техническое обеспечение и организационная подготовка процесса утилизации АТ.

ГП МОУ УАТК занимается решением комплекса задач организационного управления:

- организация работ и координация действий участников утилизации;
- организация переработки металлолома и работ по изготовлению конечного продукта;
- определение элементов, подлежащих дальнейшему использованию;
- маркетинг и реализация конечного продукта на внутреннем рынке;
- реализация самолетного оборудования, не выработавшего свой ресурс, для использования по прямому назначению, а также в народном хозяйстве.

Научно-исследовательское обеспечение проведения работ проекта утилизации АТ осуществляет ОАО УкрНИИАТ, который является ведущей организацией Украины по научно-техническому обеспечению создания, производства и утилизации АТ. Основными направлениями его деятельности являются: сбор и обобщение информации о состоянии самолетов, их составных частей и агрегатов; анализ и обобщение опыта изготовления элементов конструкций и особенностей применения материалов; разработка нормативно-технической документации по обеспечению процесса утилизации; разработка директивных технологических материалов комплексной утилизации авиационной техники; оценка стоимости инфраструктуры авиационного комплекса и остаточной стоимости ЛА.

В качестве производственных мощностей при утилизации авиационной техники целесообразно использовать существующие авиаремонтные предприятия, которые находятся в подчинении Министерства обороны и Министерства Транспорта Украины, а также производственные мощности предприятий Министерства промышленной политики Украины, которые будут представлять третий и четвертый уровни организационной структуры.

Таким образом, *третий уровень* организационной структуры образуют предприятия по утилизации АТ (авиаремонтные заводы и базы). Их задачами являются: организация производства утилизации; выполнение процедур снятия с вооружения самолетов; выполнение технологического процесса утилизации (декомпозиции) АТ; выполнение процедур обращения с вторичным сырьем и оборудовани-ем самолетов; сортировка и пакетирование лома.

Аэродромно-технические комплексы, являющиеся филиалами ГП МОУ УАТК, представляют собой уникальные объекты, в состав которых входят специализированные авиаремонтные предприятия с достаточными техническими возможностями, передовыми технологиями, высококвалифицированным персоналом. Производственные площадки оснащены наземным оборудованием и энергообеспечением, что позволяет проводить работы по утилизации, используя электрическое технологическое оборудование и ручной механизированный инструмент. Для сохранения и отправки демонтированного оборудования на аэродромно-технических комплексах есть складские помещения и подъездные железнодорожные пути к ним. Это позволяет на высоком техническом уровне внедрять программы технического обслуживания и ремонта самолетов, агрегатов разных систем, приборов, электрического и электротехнического оборудования, а также проводить утилизацию всех типов самолетов.

*Четвертый уровень* представлен предприятиями по переработке вторичного сырья (предприятия Вторчермета и Вторцветмета), основными задачами которых являются: углубленная сортировка лома, переработка вторичного сырья и изготовление заготовок изделий.

Для описанной организационной структуры управления проектами утилизации авиационной техники множество исполнителей представим в виде [9]:

$$\text{Executors} = \{ex^i\} = \{ex^1, ex^2, ex^3, ex^4, \dots\},$$

где  $ex^1$  – ОАО УкрНИИАТ;  $ex^2$  – ГП МОУ УАТК;  $ex^3$  – производственная база утилизации на основе мощностей авиаремонтных заводов и баз (АРЗ,

АРБ);  $ex^4$  – перерабатывающие предприятия отрасли («Интерсплав», г. Свердловск, Луганская обл.)

Множество этапов жизненного цикла проекта с учетом их последовательности представим в виде:

$$S_{\text{pm}} = \{s_{\text{pm}}^i\} = \{s_{\text{pm}}^1, s_{\text{pm}}^2, s_{\text{pm}}^3, s_{\text{pm}}^4, s_{\text{pm}}^5\},$$

где  $s_{\text{pm}}^1$  – этап инициации;  $s_{\text{pm}}^2$  – этап концепции;  $s_{\text{pm}}^3$  – этап планирования;  $s_{\text{pm}}^4$  – этап реализации;  $s_{\text{pm}}^5$  – этап завершения проекта.

Используя алгоритмический язык регулярных схем сетей процессов (РССП), последовательность этапов ЖЦ проекта представим в виде [10]:

$$S_{\text{pm}} = s_{\text{pm}}^1 \cdot s_{\text{pm}}^2 \cdot s_{\text{pm}}^3 \cdot s_{\text{pm}}^4 \cdot s_{\text{pm}}^5.$$

Множество этапов проекта утилизации АТ целесообразно декомпозировать с учетом закрепления их за исполнителями:

$$S_{\text{pr}} = \{s_{\text{pr}}^i\} = \{s_{\text{pr}}^1, s_{\text{pr}}^2, s_{\text{pr}}^3, s_{\text{pr}}^4, s_{\text{pr}}^5\},$$

где  $s_{\text{pr}}^1$  – этап научно-технической подготовки утилизации;  $s_{\text{pr}}^2$  – этап организационной подготовки утилизации;  $s_{\text{pr}}^3$  – этап подготовки и освоения утилизации на предприятиях производственной базы;  $s_{\text{pr}}^4$  – этап утилизации;  $s_{\text{pr}}^5$  – этап сбыта конечного продукта.

Запишем последовательность этапов проекта утилизации АТ в виде РССП-выражения:

$$S_{\text{pr}} = s_{\text{pr}}^1 \cdot s_{\text{pr}}^2 \cdot s_{\text{pr}}^3 \cdot s_{\text{pr}}^4 \cdot s_{\text{pr}}^5.$$

$$\text{При этом, } s_{\text{pr}}^4 = s_{\text{pr}}^{2'} + s_{\text{pr}}^3 + s_{\text{pr}}^4 + s_{\text{pr}}^5,$$

где  $s_{\text{pr}}^{2'} \subset s_{\text{pr}}^2$ .

Множество этапов процесса утилизации АТ  $S_{\text{rec}} = s_{\text{pr}}^4 = \{s_{\text{rec}}^i\} = \{s_{\text{rec}}^1, s_{\text{rec}}^2\}$  является подмножеством множества этапов проекта утилизации  $S_{\text{rec}} \subset S_{\text{pr}}$  и состоит из следующих этапов:  $s_{\text{rec}}^1$  – этап декомпозиции объекта утилизации;  $s_{\text{rec}}^2$  – этап переработки вторичного сырья и получения конечного продукта утилизации.

С помощью РССП может быть представлено в виде  $S_{\text{rec}} = s_{\text{rec}}^1 \cdot s_{\text{rec}}^2$ . При этом  $s_{\text{pr}}^4 = s_{\text{rec}}^1 + s_{\text{rec}}^2$ .

Так как декомпозиция этапов проекта произведена с учетом закрепления их за исполнителями, то между этапами проекта утилизации (рис. 1) и исполнителями выделим связи соответствия, представленные в виде матрицы в табл. 1.

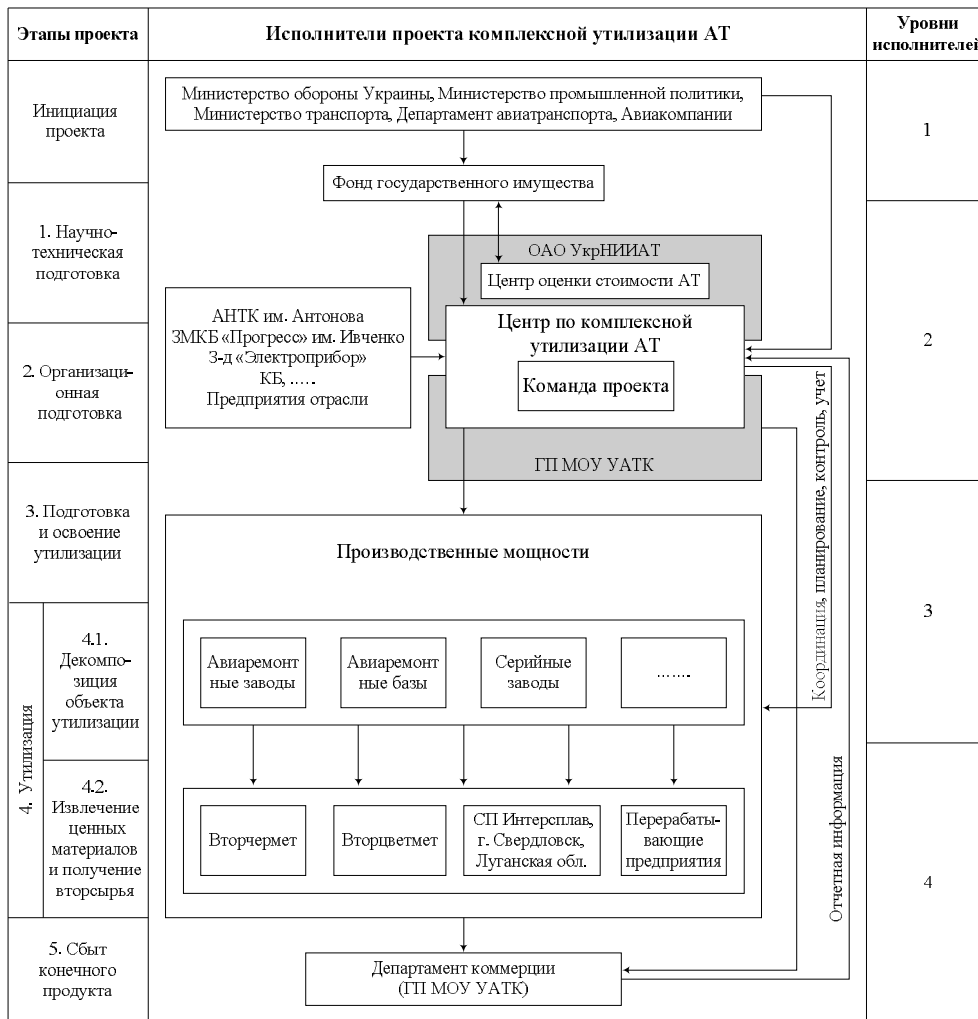


Рис. 1. Системное представление организационного взаимодействия участников проекта утилизации АТ

Таблица 1  
Закрепление этапов проекта за исполнителями

Этапы проекта утилизации АТ		Исполнители			
		ex <sup>1</sup>	ex <sup>2</sup>	ex <sup>3</sup>	ex <sup>4</sup>
s <sup>1</sup> <sub>pm</sub>		+			
s <sup>2</sup> <sub>pm</sub>	s <sup>1</sup> <sub>pr</sub>	+			
	s <sup>2</sup> <sub>pr</sub>		+		
s <sup>3</sup> <sub>pm</sub>	s <sup>3</sup> <sub>pr</sub>			+	
	s <sup>4</sup> <sub>pr</sub>	s <sup>1</sup> <sub>rec</sub>		+	
		s <sup>2</sup> <sub>rec</sub>			
s <sup>5</sup> <sub>pm</sub>	s <sup>5</sup> <sub>pr</sub>		+		
s <sup>5</sup> <sub>pm</sub>		+			

**Заключение**

Рассмотрена комплексная утилизация АТ, подразумевающая следующие аспекты: проведение де-

фектации составляющих АТ с последующим использованием в народном хозяйстве агрегатов с продленным ресурсом; увеличение дохода за счет увеличения сортности металлолома; максимальное использование всех видов вторичного сырья.

Разработана четырехуровневая иерархическая системная модель организационного взаимодействия участников проекта утилизации АТ, отображающая множество участников, задействованных на отдельных этапах проекта утилизации АТ. На основе системной модели разработаны теоретико-множественные модели этапов и исполнителей проекта утилизации. Предложено формализованное описание процессов с помощью регулярных схем сетей процессов. Используя предложенные модели, можно сформировать методы управления содержанием, временем, стоимостью и повысить эффективность реализации проектов утилизации АТ.

**Литература**

1. 35 лет на рынке высоких технологий / Под ред. Г.А. Кривога. – К.: МИИВЦ, 1999. – 230 с.

2. Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии – 45 лет на рынке высоких технологий [Электронный ресурс] / Материалы сайта: УкрНИИАТ – Режим доступа к сайту: <http://www.ukrniat.com/page/85/>

3. Утилизация военной техники, ракет и боеприпасов [Электронный ресурс] / Материалы сайта: Украинская авиационная транспортная компания. – Режим доступа к сайту: <http://www.avia-isa.com.ua/ru/utilization/index.html>.

4. 7 нот менеджмента. Настольная книга руководителя / под ред. В.В. Кондратьева. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Эксмо, 2007. – 832 с.

5. Евневич М. Эффективность структуры управления холдингом [Электронный ресурс] / М. Евневич // *Top-Manager*. – 2004. – вып. 10. – Режим доступа к журналу: <http://www.iprnoi.ru/article.php?idarticle=000440>.

6. Математические основы управления проектами: учебн. пособие / С.А. Баркалов, В.И. Воро-

паев, Г.И. Секлетова и др.; под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.

7. Управление проектом. Основы проектного управления / М.Л. Разу, Т.М. Бронникова, Б.М. Разу, и др.; под ред. М.Л. Разу. – М.: Кнорус, 2006. – 768 с.

8. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.

9. Малеева О.В. Организационно-функциональная модель проекта утилизации сложной техники / О.В. Малеева, Ю.А. Белоконь // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2009. – № 4 (38). – С. 148-154.

10. Дружинин Є.А. *Методологічні основи ризик-орієнтованого підходу до управління ресурсами проектів і програм розвитку техніки: автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.13.22 / Дружинин Євген Анатолійович; Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*. – Х., 2006. – 35 с.

Поступила в редакцию 2.02.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела Научного центра Воздушных Сил Б.А. Демидов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В ІЄРАРХІЧНІЙ СТРУКТУРІ ВИКОНАВЦІВ ПРОЕКТУ КОМПЛЕКСНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

*Ю.А. Білокін*

Розглянуто комплексну утилізацію авіаційної техніки (АТ). Запропоновано системну модель організаційної взаємодії в ієрархічній структурі виконавців проекту комплексної утилізації АТ. Взаємодію виконавців представлено у вигляді чотирьохрівневої ієрархічної моделі. В моделі відображено які виконавці задіяні на окремих етапах проекту. У загальному вигляді описано задачі окремих виконавців в рамках проекту утилізації АТ. Розроблено теоретико-множинні моделі етапів та виконавців проекту. Запропоновано формалізоване уявлення етапів виконання проекту утилізації за допомогою регулярних схем сіток процесів.

**Ключові слова:** утилізація авіаційної техніки, територіально розподілена організаційна структура, системна модель, рівні виконавців, етапи проекту, теоретико-множинна модель, регулярні схеми сіток процесів.

## SYSTEM MODEL OF ORGANIZATIONAL INTERACTION IN HIERARCHICAL STRUCTURE OF EXECUTORS IN THE AIRCRAFT COMPREHENSIVE RECYCLING PROJECT

*J.A. Bilokin*

The concept of aircraft comprehensive recycling is described. The system model of organizational interaction in the hierarchical structure of the executors in aircraft comprehensive recycling project is proposed. Interaction between the executors is represented as four-level hierarchical model. The executors involved at various project stages are displayed in this model. The tasks of executors within the framework of the aircraft recycling project are described in outlines. The theoretical-set models of stages and executors in the recycling project based on a systematic approach are developed. The formalized representation of the project stages by means of regular schemes of processes networks is proposed.

**Key words:** aircraft recycling, distributed organizational structure, system model, levels of executors, project stages, theoretical-set model, regular schemes of processes networks.

**Белоконь Юлия Анатольевна** – аспирант каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.