

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛИКА СИСТЕМЫ АЭРОМОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МЧС УКРАИНЫ***Селиванов С.Е., Леонов В.Е.,**Херсонская государственная морская академия**Кулиш Ю.А.,**Харковский национальный университет гражданской защиты Украины*

*В работе рассматриваются научные основы формирования аэромобильного комплекса аварийно-спасательных и других неотложных работ, в виде разработки концептуальной модели формирования облика перспективного аэромобильного комплекса, исходя из основных положений и принципов системного подхода. Формирование облика перспективного аэромобильного комплекса в настоящей работе основывается на исследовании моделей, получаемых с помощью различных методов описания исследуемого объекта. Даны понятия функций аэромобильного комплекса.*

*Ключевые слова: аэромобильный комплекс, концептуальная модель, облик, мобильность, системный подход, функции системы.*

**Введение.** Для скорейшего реагирования на создающуюся в определенном регионе чрезвычайную ситуацию (ЧС) используют авиационные средства для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в связи, с чем согласно постановления Кабинета Министров Украины созданы Государственные авиационные поисково-спасательные службы [1]. Высокая мобильность, оперативность и дальность действия авиационных средств в сочетании с широкими возможностями специального спасательного оборудования и техники позволяет в кратчайшие сроки прибыть в зону возникновения ЧС и своевременно начать проведение АСДНР.

Учитывая, что перспективный аэромобильный комплекс (АМК) создается не как вновь проектируемая система, а на основе действующей авиации МЧС, применение известных методов оптимального проектирования систем не представляется возможным. Поэтому разрабатывается концептуальная модель формирования облика перспективного АМК АСДНР, исходя из основных положений и принципов системного подхода.

Концептуальная (содержательная) модель – это абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования [2].

Концептуальная модель наиболее полно отвечает потребностям баз знаний и построена на ряде принципов, которые будем рассматривать.

Имея такие богатые возможности, концептуальная модель долгое время была не реализована. Авторами концептуальной модели были Смит и Смита – американские ученые, написавшие ряд статей в 1972 - 1976 годах, которые, по общему мнению, считались утопией. В сущности, человек мыслит именно концептуально.

В свете рассматриваемого исследования под обликом понимается общий внешний вид системы и определяется при каких условиях может изменяться облик этой системы. Формирование облика перспективного АМК основывается на исследовании моделей, получаемых с помощью различных методов описания исследуемого объекта. Поэтому выявление различных подходов к вопросам формообразования и формирования облика АМК на современном этапе представляется чрезвычайно важным и методически плодотворным ее направлением. На этапе формирования облика системы определяется рациональная структура, которая подлежит дальнейшей разработке, причем этот процесс требует тесного информационного взаимодействия.

На основе адаптации фундаментальных научных принципов к задачам формирования нового облика гражданской защиты в работе представлена исходная модель АМК в единой государственной системе предупреждения и реагирования (ЕГСНР).

Важным обстоятельством научного характера при формировании нового облика АМК является возникшее и разрастающееся с необыкновенной скоростью сближение характеристик АМК мирного и военного времени для условий гражданской защиты. Для полного понимания значения аэромобильного комплекса в общей системе МЧС Украины важно знать понятие мобильность, которое дано в ГОСТе «Связь военная» [3]: определяется как «способность системы военной связи к своевременному развертыванию, наращиванию и изменению структуры в соответствии с обстановкой». Наиболее общее, но достаточно емкое определение мобильность дает «Энциклопедический словарь»: мобильность – готовность к быстрому выполнению заданий, подвижность [4].

**Цель работы и постановка задачи.** Целью настоящей работы является разработка научных основ формирования аэромобильного комплекса аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР).

Для достижения цели была поставлена частная задача – разработка концептуальной модели формирования облика перспективного АМК АСДНР.

Формирование облика перспективной аэромобильной системы целесообразно проводить на основе системного подхода к проектированию больших систем.

Согласно принятым взглядам [5] системный подход заключается в том, что требуется провести исследования по созданию нового объекта, с одной стороны, как единого целого или системы, включающей в себя другие составные элементы, находящиеся во взаимодействии. С другой стороны – как части другой системы более высокого уровня, в которой исследуемый объект находится в определенных отношениях с остальными подсистемами.

Предварительный анализ задач, стоящих перед мобильными формированиями МЧС, а также структура и состав уже действующих аэромобильных формирований показывают, что перспективный АМК может рассматриваться как большая и сложная система, а его проектирование может проводиться на основе методологии системных исследований.

Основная задача системного проектирования – это формирование структурной концепции системы без изменений детализации и непременно с увязкой требований и возможностей соответственно внешнего и внутреннего проектирования (задача формирования облика системы).

При проектировании сложных систем в соответствии с принципами системного подхода необходимо рассматривать как структурную, так и функциональную сторону проблемы формирования облика АМК.

В процессе обоснования структурных свойств АМК выявлены следующие шаги по формированию системы:

- анализ структуры действующей системы ЕГСПР;
- выявление структурных свойств замысла АМК;
- привязка структурных свойств замысла АМК к структуре действующей системы ЕГСПР;
- предварительное обоснование структуры АМК на основе сравнительного анализа с ранее существовавшими системами авиационного обеспечения;
- выделение базовой структуры АМК;
- перенос базовой структуры в различные условия функционирования;
- оценка степени соответствия базовой структуры требованиям решения целевых задач;
- корректировка базовой структуры АМК с целью удовлетворения требованиям решения целевых задач в особых условиях применения ЕГСПР.

При таком методическом подходе структурные свойства АМК характеризуются высокой устойчивостью. Структура АМК при этом изменяется в незначительных пределах.

Поскольку структурные отношения обладают большой устойчивостью, при таком подходе можно проводить исследования АМК, абстрагируясь от связей системы с внешней средой и системами более высокого уровня. Это позволяет уделить основное внимание структуре самой системы, провести исследования взаимосвязей внутри самой системы методами структурного анализа.

Вторым направлением системных исследований по формированию облика перспективной АМК является использование функционального подхода.

Сущность функционального подхода в применении к исследованию АМК заключается в рассмотрении системы не в виде конкретной структуры, а как совокупности функций, которые он должен выполнять .

Каждая из анализируемых целевых функций рассматривается с позиций возможных способов и принципов их выполнения с помощью совокупности средств с заданными тактико-техническими характеристиками.

Оценка вариантов построения облика перспективной системы АМК производится по критерию, учитывающему степень выполнения и значимость целевых функций.

Предлагаемый функциональный подход в дополнение к структурным методам формирования облика перспективной АМК позволяет с более широких позиций совершенствовать способы достижения цели системой в целом.

Применение функционального подхода позволяет концентрировать внимание при обосновании облика системы на общности функций, выполняемых системой для решения целевой задачи ликвидации последствий ЧС.

Так как функции системы могут быть реализованы только в структуре формируемой системы, то оценку выполнения целевой функциональной задачи АМК на последнем этапе функционального анализа облика системы необходимо проводить с учетом ее структурных свойств.

Процесс формирования облика системы АМК функциональным путем, основанный на поиске адекватных целевых функций, включает:

- выделение основных целевых функций АМК АСДНР;
- определение круга военно-прикладных задач, решаемых АМК АСДНР;
- разработку методов решения военно-прикладных задач;
- моделирование действий сил и средств АМК АСДНР по решению военно-прикладных задач с помощью разработанных методов и методик;
- оценку качества решения военно-прикладных задач;
- оценку достоверности полученных оценок качества решения военно-прикладных задач;
- выработку научно обоснованных способов применения АМК АСДНР для заданных условий функционирования комплекса;
- проверку возможностей АМК АСДНР по решению военно-прикладных задач в сложных условиях максимальной нагрузки;
- проверку степени выполнения комплекса военно-прикладных задач АМК со структурными свойствами, адаптированными к сложным условиям боевой обстановки;
- выработку предложений и рекомендаций по улучшению структурно-функциональных характеристик АМК АСДНР.

Анализ совместного использования структурных и функциональных методов при создании больших систем различного назначения позволил выявить следующие основные закономерности, которые можно рассматривать как основу для эволюционного синтеза больших систем. Здесь под понятием эволюционного синтеза будем понимать совокупность принципов создания больших организационно-технических систем на основе систем уже действующих [6], когда не производится проектирование и создание принципиально новой системы, а на основе уже действующей системы создается система, позволяющая решать более широкий круг задач.

Итак, создаваемая путем эволюционного синтеза система АМК будет обладать следующими свойствами:

- преемственностью функционально-структурной организации, достигаемой учетом предыдущих этапов развития системы ЕГСНР;

- адекватностью структурной организации системы ее реализуемым целевым функциям;
- ориентацией на широкое применение сил и средств, используемых при проведении аварийно-спасательных работ;
- возможностью дальнейшего развития организационно-технической системы более высокого уровня.

Формирование облика перспективного АМК в настоящей работе основывается на исследовании моделей, получаемых с помощью различных методов описания исследуемого объекта.

Под моделью в настоящем исследовании будем понимать мысленное логическое, графическое или математическое описание АМК. На основе разрабатываемых моделей АМК проводятся исследования по применению АМК в различных условиях функционирования, производится перебор возможных вариантов построения АМК, обосновываются тактико-технические характеристики комплекса, разрабатываются рекомендации по его применению.

В ходе проведения исследований используются следующие виды описания системы: структурное; функциональное; функционально-структурное.

Каждый вид описания порождает соответствующие типы моделей.

Общая задача структурного анализа – исходя из заданного описания элементов, получить некое представление о свойствах системы в целом и о свойствах подсистем.

Структурный вид описания ориентируется на материально-техническую структуру АМК и в первом приближении может быть представлен в виде таблицы сил и средств, используемых для создания комплекса.

Математически структурные свойства АМК могут быть представлены графом структуры комплекса или в виде матрицы отношений между его элементами.

Когда речь заходит о графе, большинство людей представляют себе график, т.е. нечто вроде диаграммы, отражающей какую-нибудь деятельность структуры, или гладкую кривую, позволяющую наглядно представить свойства какой-нибудь математической функции. Но для огромного (и все возрастающего) числа математиков слово «граф» означает нечто совсем иное.

Граф – это сложная нелинейная многосвязная динамическая структура, отображающая свойства и связи сложного объекта.

Наибольшей популярностью теоретико-графовые модели используются при исследовании систем сетевой структуры.

На основе теории графов в нашем случае вводится понятие графа мобильных связей, характеризующего вероятностные характеристики устойчивости мобильных связей между элементами структуры АМК в различных условиях его функционирования.

Сопоставление различных вариантов структуры АМК позволяет выделить различные уровни структурного описания АМК как системы,

выявить существенные связи между основными структурными элементами с определенной степенью упрощения.

Однако теоретико-графовые структурные модели АМК не дают достаточно полного представления о связях и отношениях в структуре АМК, возникающих в процессе его функционирования. Дело в том, что структура является как бы скелетом системы и отражает только наиболее явные и неизменные связи в системе [7].

Действительные связи в системе в наибольшей степени проявляются при ее применении по целевому назначению, то есть в процессе ее функционирования. Эти связи являются динамическими и их описание требует введения временных функций. Возможности описания динамических свойств значительно расширяются при функциональном описании АМК. Такое функциональное описание производится с помощью временных диаграмм, функциональных схем, алгоритмов работы системы, функциональных моделей.

Давая предварительное представление о процессах функционирования АМК, такие функциональные модели все же не позволяют четко определить свойства каждого звена функциональной модели и не в полной мере отражают всех существенных связей в системе.

Более подробную характеристику функциональных связей в с учетом логического взаимодействия отдельных элементов системы дают такие специальные методы исследования функционального анализа систем, как метод профессионального анализа, метод логической цепи, метод «черного ящика».

Метод профессионального анализа является наиболее старым и апробированным способом определения функций системы, при котором с помощью таких отработанных методов, как анализ, абстрагирование и использования профессионального опыта специалистов в данной и смежной областях исследований выявляются функции анализируемой системы.

Метод «черного ящика» в данном случае основывается на анализе различий между исходной позицией в динамике развития системы и выходной позицией, то есть состоянием системы в момент применения или после выполнения определенных целевых задач. Из анализа различий между двумя состояниями системы выявляется основная функция объекта исследований как целенаправленной системы.

Метод логической цепи основывается на постепенном раскрытии всей последовательности связанных функций, которые характеризуют структуру анализируемой системы. При таком подходе производится описание логических функций и их систематизация в процессе функционирования системы.

Примером такого подхода в исследования систем служит методика системного анализа функций FAST – один из наиболее сильных и простых инструментов анализа и классификации функций (автор – Ч. Байтуэй (США), 1965 г.) [8].

Методика FAST не гарантирует решения проблемы в том смысле, что ее применение выявит очевидное решение, но она идентифицирует

необходимые характеристики проблемы, логически выстраивает их и стимулирует процесс мышления, приводящий к лучшему пониманию аналитического процесса, озарению и выдвижению идей по осуществлению этих функций.

Инструментом стимулирования процесса творческого мышления и средством решения задач является диаграмма FAST, которая:

- отражает существо функций (т.е. задачи и проблемы) и позволяет формализовать приемы функционального подхода;
- позволяет проверить правильность проведенной классификации и принятых формулировок;
- дает возможность выявления взаимосвязи между функциями;
- позволяет быстро выявлять те функциональные зоны, в которых заложены наибольшие резервы снижения затрат;
- позволяет устанавливать понимание между специалистами различного профиля.

Таким образом, методика системного анализа функций FAST, основывается на применении детерминированной логики и предусматривает построение диаграмм функций, напоминающих сетевые графики. В такой системе линию критического пути составляют те функции, которые должны быть выполнены обязательно для реализации основной функции системы.

Наиболее полное отражение функционирования системы дает функциональная модель (ФМ) [9]. Она представляет собой логико-графическое изображение состава и взаимосвязей системы, получаемых путем их формулировки и установления порядка подчинения. Самым простым считается вариант построения функциональной схемы в виде связного графа, относящегося к графам дерева с несколькими иерархическими уровнями.

Для того, чтобы функциональная модель достаточно полно и адекватно отражала сущность функционирования системы, ее формирование осуществляется на основе определенных принципов и правил.

Главными принципами можно считать следующие:

- соответствие выделяемой функции частным целям данной составляющей системы, а также и общим целям системы в целом;
- целевой принцип заключается в четкой определенности специфики действий, обуславливающих содержание выделяемой функции;
- строгой согласованности целей и задач, определивших выделение данной функции, с действиями, составляющими ее содержание.

Следовательно, при формировании функциональной модели необходимо проверять, чтобы каждая выделяемая функция обладала конкретной целенаправленностью и определенностью содержания, учитывались бы внутрисистемные отношения каждой части системы, в содержании (формулировке) должны отражаться характерные особенности самой системы и системы более высокого уровня.

В этой связи необходимо провести предварительное обоснование требований к заданию функций, выполняемых АМК. В широком понимании функция – это деятельность, назначение, выполняемая работа.

Применительно к АМК под функцией, выполняемой АМК, будем понимать внешнее проявление свойств АМК по отношению ко всей системе ЕГСПР. В данном случае можно говорить о совокупности свойств АМК как сложной системы. К ним мы уже отнесли мобильную компоненту как одну из важнейших функций, выполняемых АМК.

При формулировании функций будем руководствоваться следующими основными принципами: точность, краткость, обобщенность определения, полнота.

**Точность.** Функция должна отражать действительное содержание процесса (действия), для выполнения которого предназначен АМК.

**Краткость.** Функция АМК должна быть определена как можно более кратко. Это один из главных принципов правильного определения функции, хотя и не самоцель.

**Обобщенность определения.** Обобщенность формы определения функции позволяет уменьшить ограничения на варианты реализации АМК. Следствием этого является создание достаточно больших возможностей для появления новых решений. Противоположная тенденция, проявляющаяся в излишней конкретизации проблем, ведет, наоборот, к ограничению выбора вариантов построения АМК. Соблюдение принципа обобщенности при формулировании функций, выполняемых АМК, состоит в следующем: при определении функций необходима максимальная обобщенность, но в рамках соответствующего системного класса.

**Полнота** – наличие в модели всех наиболее существенных факторов, позволяющих однозначно идентифицировать состояние анализируемой системы и исследуемой проблемы.

Определяя функции, фактически выполняемые АМК, следует указывать все реализуемые им функции, даже те, для которых он и не предназначался. Это правило имеет принципиальное значение. Оно помогает выявить потенциальные функции и свойства, найти дополнительные области применения АМК. Так, например, такими новыми функциями АМК в процессе исследований выявлены следующие: разведка погоды и организация связи в зоне ЧС.

Неполнота модели проявляется в конце анализа, когда обнаруживается, что полученные результаты не отражают всей сути исследуемой проблемы и существуют какие-то дополнительные важные факторы, не принятые во внимание аналитиком.

Разнообразные функции, выполняемые АМК, целесообразно сгруппировать, исходя из следующих соображений.

По области проявления и отношению к объекту исследований как к системе функции АМК можно подразделить на внешние и внутренние. Внешние (общесистемные) функции выполняются АМК в целом и отражают функциональные отношения между АМК и сферой его применения (ликвидация ЧС). Внутренние (внутриобъектовые) функции определяются составом действий и взаимосвязей внутри объекта и выполняются его структурными составляющими.



Среди внешних функций АМК в зависимости от их роли можно выделить главные и второстепенные. Главную функцию АМК будем определять из тех соображений, что она должна характеризовать назначение, сущность и смысл существования АМК в целом. Второстепенные функции должны отражать побочные цели создания АМК.

Среди внутренних (внутриобъектовых) функций АМК необходимо выделить, в зависимости от их роли в целевом применении, основные и вспомогательные функции. Основная функция играет ведущую роль в обеспечении применения АМК, создает необходимые условия для осуществлении главной функции.

В качестве основной функции АМК целесообразно, на наш взгляд, выбрать функцию поддержания высокой готовности к применению системы.

Вспомогательные функции способствуют выполнению основных функций, обеспечивают их реализацию.

Совокупность рассмотренных понятий дает возможность многоаспектного представления функций АМК и способствует более точному определению облика формируемой мобильной системы.

Наряду с понятием функции АМК в работе рассматриваются и другие понятия, тесно связанные с первичным понятием. К таким понятиям относятся понятия: качество функционирования, функциональная отдача, функциональная устойчивость.

Под качеством функционирования понимается минимизация потерь информации, что в конечном итоге трансформируется в обеспечение высокой верности передачи. Под качеством АМК будем понимать множество свойств системы, проявляющихся через его функции.

Функциональная отдача АМК определяется по показателям его эффективности. Функциональная устойчивость АМК оценивается по устойчивости выполняемых системой функций в условиях действия заданной совокупности возмущений.

Последнее свойство АМК характеризует его способность выполнять свои функции как в мирное, так и в военное время.

#### **Выводы.**

1. Разработана концептуальная модель формирования облика перспективного АМК АСДНР. В основу концептуальной модели положен структурно-функциональный подход к проектированию больших и сложных систем. В отличие от принятых подходов к проектированию вновь создаваемых систем, концептуальная модель формирования облика перспективного АМК АСДНР основывается на эволюционном развитии действующей структуры авиации МЧС. При таком методическом подходе структура АМК в процессе формирования облика систем изменяется в незначительных пределах.

2. Основное внимание при формировании облика АМК АСДНР уделяется методам описания динамических свойств комплекса. С этой целью разработаны основные положения функционального подхода к созданию перспективного АМК АСДНР.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О главном центре координации авиационных работ по поиску и спасению Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы / Постановление Кабинета Министров Украины от 19 января 1998 г. № 41.
2. Концептуальная модель [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Концептуальная\\_модель](http://ru.wikipedia.org/wiki/Концептуальная_модель).
3. Связь военная. Термины и определения : ГОСТ. – М.: Госстандарт, 1982.
4. Энциклопедический словарь. – М.: «БСЭ», 1954. – С. 402.
5. Первозванский А. А. Декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация / А. А. Первозванский, В. Г. Гайцгори. – М. : Наука, 1979. – 342 с.
6. Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем / Е. П. Балашов. // Радио и связь. – 1985. – №8 – С. 16-24.
7. Малышев Н. Г. Структурно-автоматные модели технических систем / Н. Г. Малышев. – М. : Радио и связь, 1986. – 166 с.
8. Кузьмин А. М. Методика системного анализа функций / А. М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 4. – С. 32.
9. Кузьмина Е. А. Функциональное моделирование / Е. А. Кузьмина, А. М. Кузьмин // Машиностроитель. – 2002. – № 2. – С. 40-47.

**Селіванов С.Є., Леонов В.Є., Куліш Ю.О. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВИГЛЯДУ СИСТЕМИ АЕРОМОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ МНС УКРАЇНИ**

*У роботі розглядаються наукові основи формування аеромобільного комплексу аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт, у вигляді розробки концептуальної моделі формування вигляду перспективного аеромобільного комплексу, виходячи з основних положень і принципів системного підходу. Формування вигляду перспективного аеромобільного комплексу в даній роботі ґрунтується на дослідженні моделей, одержуваних за допомогою різних методів опису досліджуваного об'єкта. Дані поняття функцій аеромобільного комплексу. Ключові слова: аеромобільний комплекс, концептуальна модель, вигляд, мобільність, системний підхід, функції системи.*

**Selivanov S.E., Leonov V.E., Kylish U.A. CONCEPTUAL MODEL FORMATIONS OF SHAPE OF SYSTEM OF THE AEROMOBILE COMPLEX THE MINISTRY OF EMERGENCY MEASURES OF UKRAINE**

*In work scientific bases of formation of an aeromobile complex of rescue and other urgent works, in the form of working out of conceptual model of formation of shape of a perspective aeromobile complex, proceeding from substantive provisions and principles of the system approach are considered. Formation of shape of a perspective aeromobile complex in the present work is based on research of the models received by means of various methods of the description of investigated object. Concepts of functions of an aeromobile complex are given.*

*Keywords: an aeromobile complex, conceptual model, shape, mobility, the system approach, system functions.*