

## **СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДОРОЖНО-КОМЕНДАНТСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК ОПЕРАТИВНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭТОЙ СИСТЕМЫ**

*Д. Ю. БОГДАНОВ*

*Военная академия Республики Беларусь, г. Минск*

В рамках данной статьи решалась задача структурно-функционального моделирования соответствующей организационно-технической системы – системы дорожно-комендантского обеспечения (СДКО). Следует отметить, что действующими нормативными актами наличие такой подсистемы в составе СДКО не определено, что в некоторой степени определяет новизну авторского подхода. В результате моделирования СДКО будут определены ее состав и структура, перечень выполняемых системой задач, а также основные показатели и критерии оценки эффективности системы по ее функциональным свойствам [1–3].

Исходя из того, что СДКО как обособленная организационно-техническая система военного назначения нами рассматривается, по сути, впервые, зададим рабочее определение этого понятия. Под СДКО понимается *совокупность иерархически и функционально взаимосвязанных органов управления, а также спецформирований, организующих, планирующих и реализующих выполнение основных задач комендантского и дорожного обеспечения войск (сил) на соответствующих объектах* в полосе (зоне) ответственности, на направлении, операционном направлении и т.д.

СДКО является одной из составляющих подсистемы транспортного обеспечения и частично выполняет задачи оперативного (боевого) обеспечения войск (задачи комендантской службы).

Исходя из конечной задачи моделирования, в качестве основных подсистем СДКО могут быть выделены три: управляющая, целевого функционирования и обеспечивающая.

При этом в качестве элементов управляющей подсистемы нами традиционно выделены органы, пункты и средства управления. Органы управления ДКО будут представлены органами управления *отдельных дорожно-комендантских воинских частей и подразделений*, а также органами управления каждого из спецформирований МПЭБ, привлекаемого для выполнения задач ДКО войск.

Управление ДКО будет осуществляется с пунктов управлений (ПУ) отдельных дорожно-комендантских воинских частей и подразделений, взаи-

модействующих с ПУ спецформирований МПЭБ; на объектах ДКО – с диспетчерских пунктов (ДП). В качестве средств управления будут использоваться штатные стационарные, передвижные и переносные средства связи (в перспективе – АСУ).

Подсистема целевого функционирования по содержанию решаемых задач условно может быть разделена на две составляющие: подсистемы комендантского и дорожного обеспечения. Кроме того, в качестве отдельного элемента этой подсистемы целесообразно выделить объекты ДКО. Элементами подсистемы комендантского обеспечения являются дорожно-комендантские подразделения, дорожного обеспечения – дорожно-эксплуатационные подразделения и спецформирования МПЭБ, привлекаемые для выполнения задач ДКО войск. К объектами ДКО отнесены военные автомобильные дороги (ВАД), мостовые переходы через крупные водные преграды, средние мосты и путепроводы, места пересечения автомобильных дорог в одном уровне, а также узлы коммуникаций.

Элементами обеспечивающей подсистемы являются подразделения боевого, технического и тылового обеспечения.

На следующем этапе моделирования СДКО для каждой подсистемы и каждой решаемой обобщенной задачи или частной нами был сформирован перечень основных показателей и критериев оценки эффективности.

Так, например, обобщенными показателями эффективности *подсистемы управления СДКО* на  $k$ -м этапе операции нами определены: *оперативность* выработки и принятия решений ( $O_k^{yпр}$   $O_k^{yпп}$ ), их качество, иначе – *степень рациональности* ( $R_k^{yпп}$ ), а также *функциональная затратность*, иначе – *уровень расходов* всех видов ресурсов ( $Z_k^{yпп}$ ).

Обобщенный показатель (критерий) оценки *оперативности управления* ДКО, может быть выражен как минимизируемое отношение фактического ( $T_k^{\phi}$ ) и допустимого ( $T_k^{доп}$ ) времени, затраченного на сбор ( $t_k^{\phi.с.и}$ ) и анализ ( $t_k^{\phi.а.и}$ ) данных оперативно-тыловой (тактико-тыловой) обстановки, выработку решений ( $t_k^{\phi.в.р}$ ), постановку задач ( $t_k^{\phi.п.з}$ ), планирование ( $t_k^{\phi.пл}$ ), координацию действий сил и средств ДКО ( $t_k^{\phi.к.д}$ ), а также контроль их состояния ( $t_k^{\phi.к.сиС}$ ), т. е. отношение фактической и допустимой продолжительности цикла управления [5-6]:

$$O_k^{yпп} = \frac{T_k^{\phi}}{T_k^{доп}} \rightarrow \min \text{ при } T_k^{\phi} \leq T_k^{доп}, \quad (1)$$

$$T_k^{\phi} = t_k^{\phi.с.и} + t_k^{\phi.а.и} + t_k^{\phi.в.р} + t_k^{\phi.п.з} + t_k^{\phi.пл} + t_k^{\phi.к.д} + t_k^{\phi.к.сиС}. \quad (2)$$

При этом допустимая продолжительность цикла управления СДКО ( $T_k^{доп}$ ) определяется аналогично выражению (3).

Обобщенный показатель (критерий) оценки *рациональности решений* по ДКО на  $k$ -м этапе операции может быть определен как максимизируемое значение функционала:

$$R_k^{\text{упр}} = f(Q_k^{\text{п.и}}; Q_k^{\text{д.и}}; R_k^{L.\text{ВАД}}; R_k^{\text{э.п.ВАД}}; R_k^{\text{р.СисС}}; N_k^{\text{к.д}}) \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $Q_k^{\text{п.и}}$  – показатель (критерий) оценки полноты информации, необходимой для выработки решения;  $Q_k^{\text{д.и}}$  – показатель (критерий) оценки достоверности этой информации;  $Q_k^{\text{д.и}}$  – показатель (критерий) оценки достоверности этой информации;  $R_k^{L.\text{ВАД}}$  – показатель (критерий) оценки рациональности решения по эксплуатационным показателям ВАД;  $R_k^{\text{э.п.ВАД}}$  – показатель (критерий) оценки рациональности решения по эксплуатационным показателям ВАД;  $R_k^{\text{р.СисС}}$  – показатель (критерий) оценки рациональности решения о распределении сил и средств ДКО по объектам на ВАД;  $N_k^{\text{к.д}}$  – показатель (критерий) оценки степени координации действий.

Обобщенный показатель (критерий) оценки *функциональной затратности* подсистемы управления СДКО может быть выражен как минимизируемое отношение фактической ( $Z_k^\phi$ ) и допустимой ( $Z_k^{\text{доп}}$ ) величин совокупных расходов всех видов ресурсов: финансовых ( $z_k^{\phi.\text{с}}$ ), материальных ( $z_k^{\text{м.с}}$ ), технических ( $z_k^{\text{т.с}}$ ), трудовых ( $z_k^{\text{тр}}$ ), энергетических ( $z_k^{\text{эн}}$ ):

$$Z_k^{\text{упр}} = \frac{Z_k^\phi}{Z_k^{\text{доп}}} \rightarrow \min \text{ при } Z_k^\phi \leq Z_k^{\text{доп}}, \quad (4)$$

$$Z_k^\phi = z_k^{\phi.\text{с}} + z_k^{\text{м.с}} + z_k^{\text{т.с}} + z_k^{\text{тр}} + z_k^{\text{эн}}. \quad (5)$$

В соответствии с методологическим подходом, описанным в [3, 4] математическим выражением критерия оценки эффективности *подсистемы целевого функционирования СДКО* может считаться целевая функция, экстремизация которой является отображением цели оптимизируемой операции.

Применительно к СДКО, так же как и для СТЛО, основными операционными свойствами, определяющими эффективность функционирования системы (т. е. обобщенными показателями), могут считаться *результативность* (степень достижения целей функционирования системы), *оперативность* (быстрота выполнения задач) и *ресурсоемкость* (совокупные затраты, связанные с функционированием системы). Наиболее общие математические модели оптимизации СТЛО выглядят следующим образом [4, 5]:

$$\begin{array}{ccc} W \rightarrow \max & T \rightarrow \min & C \rightarrow \min \\ \left\{ \begin{array}{l} C \leq C_{\text{выд}} \\ T \leq T_{\text{зад}} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} W \geq W_{\text{треб}} \\ C \leq C_{\text{выд}} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} W \geq W_{\text{треб}} \\ T \leq T_{\text{зад}} \end{array} \right. , \end{array} \quad (6)$$

где  $W$  – фактическая результативность выполнения мероприятия (задачи, процесса);  $W_{\text{треб}}$  – минимальная требуемая результативность;  $T$  – фактиче-

ская продолжительность выполнения мероприятия (задачи, процесса);  $T_{\text{зад}}$  – максимальная заданная (допустимая) продолжительность;  $C$  – объем фактически затраченных ресурсов для выполнения мероприятия (задачи, процесса);  $C_{\text{выд}}$  – объем выделенных ресурсов.

Обобщенный показатель (критерий) оценки *результативности* СДКО на  $k$ -м этапе операции ( $R_k^{\text{ц.ф}}$ ) может быть определен как максимизируемое значение функционала:

$$R_k^{\text{ц.ф}} = f(R_k^{\text{к.о}}; R_k^{\text{д.о}}) \rightarrow \max, \quad (7)$$

где  $R_k^{\text{к.о}}$  – обобщенный показатель (критерий) оценки результативности выполнения задач комендантского обеспечения войск (сил);  $R_k^{\text{д.о}}$  – обобщенный показатель (критерий) оценки результативности выполнения задач дорожного обеспечения.

Основными задачами *комендантского обеспечения* являются регулирование движения и обслуживание воинских автомобильных колонн на участках ВАД, т. е.:

$$R_k^{\text{к.о}} = f(R_k^{\text{ДП}}; R_k^{\text{ПР}}; R_k^{\text{ПО}}; R_k^{\text{ДЗ}}). \quad (8)$$

При этом частными показателями (критериями) результативности выполнения этих задач могут считаться возможности (соответствие возможностей) подразделений *одкб* (*одкр*) по развертыванию ДП ( $N_k^{\text{ф.ДП}}; N_k^{\text{тр.ДП}}$ ), ПР ( $N_k^{\text{ф.ПР}}; N_k^{\text{тр.ПР}}$ ) и разнотипных ПО ( $N_k^{\text{ф.ПО}}; N_k^{\text{тр.ПО}}$ ), а также по установке дорожных знаков ( $N_k^{\text{ф.ДЗ}}; N_k^{\text{тр.ДЗ}}$ ) на участках ВАД – всего не менее шести показателей (критериев).

В свою очередь, задачами *дорожного обеспечения* являются подготовка, эксплуатационное содержание, техническое прикрытие и восстановление объектов ДКО:

$$R_k^{\text{д.о}} = f(R_k^{\text{п.г.д.}}; R_k^{\text{с.г.д.}}; R_k^{\text{з.р.}}; R_k^{\text{э.с.}}; R_k^{\text{о.б.у.}}; R_k^{\text{з.л.}}; R_k^{\text{и.м.к.}}; R_k^{\text{с.м.к.}}; R_k^{\text{в.з.п.}}; R_k^{\text{в.д.п.}}). \quad (9)$$

Частными показателями (критериями) результативности выполнения этих задач могут считаться возможности (соответствие возможностей) подразделений *одкб* (*одкр*) по профилировке грунтовых дорог ( $N_k^{\text{ф.п.г.д.}}; N_k^{\text{тр.п.г.д.}}$ ), строительству новых грунтовых дорог ( $N_k^{\text{ф.с.г.д.}}; N_k^{\text{тр.с.г.д.}}$ ), выполнению земляных работ ( $N_k^{\text{ф.з.р.}}; N_k^{\text{тр.з.р.}}$ ), эксплуатационному содержанию объектов ДКО ( $N_k^{\text{ф.э.с.}}; N_k^{\text{тр.э.с.}}$ ), подготовке обходов барьерных участков на ВАД ( $N_k^{\text{ф.о.б.у.}}; N_k^{\text{тр.о.б.у.}}$ ), заготовке круглого леса ( $N_k^{\text{ф.з.л.}}; N_k^{\text{тр.з.л.}}$ ), изготовлению конструкций низководных дорожных мостов НДМ ( $N_k^{\text{ф.и.м.к.}}; N_k^{\text{тр.и.м.к.}}$ ), постройке НДМ ( $N_k^{\text{ф.с.м.к.}}; N_k^{\text{тр.с.м.к.}}$ ), восстановлению разрушенного земляного полотна

$(N_k^{\text{ф.в.з.п.}}; N_k^{\text{тр.в.з.п.}})$ , восстановлению разрушенных дорожных покрытий  $(N_k^{\text{ф.в.д.п.}}; N_k^{\text{тр.в.д.п.}})$  – всего не менее десяти показателей (критериев).

Анализ этого набора задач (их разнообразие и разноразмерность показателей) предопределяет использование для оценки их результативности универсального выражения вида:

$$R_k^i = \frac{N_k^{\text{ф.}i}}{N_k^{\text{тр.}i}} \rightarrow \max \text{ при } N_k^{\text{ф.}i} \geq N_k^{\text{тр.}i}, \quad (10)$$

где  $R_k^i$  – показатель (критерий) результативности функционирования СДКО  $i$ -й частной задаче на  $k$ -м этапе операции;  $N_k^{\text{ф.}i}$  – показатель фактических возможностей СДКО по выполнению  $i$ -й задачи на  $k$ -м этапе операции;  $N_k^{\text{тр.}i}$  – показатель требуемых возможностей СДКО по выполнению  $i$ -й задачи на  $k$ -м этапе операции.

Таким образом, анализ динамики показателей функциональности СДКО войск (сил) в ходе боевых действий (операций) показывает, что устойчивое функционирование системы в условиях воздействия комплекса негативных факторов возможно только путем целенаправленного воздействия на каждую из входящих в ее состав подсистем путем корректировки управляемых параметров в целях недопущения их критического снижения, т. е. выхода за пределы критических критериальных значений. В целях определения набора таких параметров нами выполнено структурно-функциональное моделирование СДКО: описаны состав и структура системы, перечень задач, выполняемых ее подсистемами (элементами), обоснован набор показателей и критериев оценки эффективности по основным ее операционным свойствам. На основе полученных результатов могут разрабатываться рекомендации по оптимизации состава, структуры и процессов функционирования СДКО в прогнозируемых условиях.

#### Список литературы

- 1 **Родин, В. Н.** Восстановление (строительство) ВАД / В. Н. Родин. – М., 1991. – 295 с.
- 2 **Цивилев, А. А.** Эксплуатация военно-автомобильных дорог : учеб. пособие / А. А. Цивилёв, Э. П. Кучинский. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 221 с.
- 3 **Богданов, Д. Ю.** Научно-прикладные аспекты моделирования, оценки и повышения эффективности системы тылового обеспечения войск (сил) в военное время : [монография] / Д. Ю. Богданов. – Минск : ВА РБ, 2022. – 320 с.
- 4 **Богданов, Д. Ю.** Структурная и функциональная модели системы материального обеспечения войск оперативного объединения и принципы классификации решаемых задач / Д. Ю. Богданов. – Минск : ВА РБ, 2011. – 287 с.
- 5 **Бусленко, Н. П.** Моделирование сложных систем / А. П. Бусленко. – М. : Физматлит, 1968. – 356 с.