

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВСЕРОССИЙСКАЯ ГРУППА ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ИЕЕЕ
АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ООО «ОТКРЫТЫЕ РЕШЕНИЯ»
ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ» РОССИИ
ПРИВОЛЖСКИЙ ДОМ ЗНАНИЙ

*XXII Международная
научно-техническая конференция*

**ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ
В ОБРАЗОВАНИИ, УПРАВЛЕНИИ,
ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ**

Сборник статей

Декабрь 2022 г.

Пенза

УДК 004
ББК 32.81я43+74.263.2+65.050.2я43
П781

П781 **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ,
УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ :**
сборник статей XXII Международной научно-технической
конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2022. – 356 с.

ISBN 978-5-8356-1800-2
ISSN 2311-0406

Под редакцией В.И. Горбаченко, доктора технических наук,
профессора;
В.В. Дрождина, кандидата технических наук,
профессора

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Рос-
сийского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору
№ 573-03/2014К от 18.03.2014.

ISBN 978-5-8356-1800-2
ISSN 2311-0406

© Пензенский государственный
университет, 2022
© АННМО «Приволжский Дом знаний», 2022

*XXII International
scientific and technical conference*

**PROBLEMS OF INFORMATICS
IN EDUCATION, MANAGEMENT,
ECONOMICS AND TECHNICS**

December, 2022

Penza

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ В ВИДЕ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-ОГНЕВОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Р. Ж. Бахтияров

MATHEMATICAL FORMALIZATION OF ARTILLERY DIVISION IN THE FORM OF PROSPECTING AND FIRE SYSTEM BY MEANS OF SET-THEORETIC REPRESENTATION

R. Zh. Bakhtiyarov

Аннотация. В статье рассматривается системный анализ разведывательно-огневой системы, формируемой на базе типового артиллерийского подразделения. Выделены в качестве элементов разведывательно-огневой системы три группы: огневые средства, средства разведки и машины управления. Приводится декомпозиция системы с применением теоретико-множественного представления.

Ключевые слова: разведывательно-огневая система, теоретико-множественное представление, системный анализ, артиллерийское подразделение.

Abstract. In article systems analysis of the prospecting and fire system created on the base of standard artillery division is considered. Three groups are selected as elements of prospecting and fire system: fire weapons, reconnaissance tools and control machines. Decomposition of system using set-theoretic representation is given.

Key words: prospecting and fire system, set-theoretic representation, system analysis, artillery division.

Эффективное огневое поражение противника традиционно достигалось совокупностью множества факторов, одними из которых являются ситуационная осведомленность, грамотное планирование боевых действий и разведывательно-огневое комплексирование [1]. При этом разведывательно-огневое комплексирование реализуется с помощью разведывательно-огневых систем (РОС), которые представляют собой функционально, организационно, технически, программно и информационно интегрированную совокупность сил и средств разведки, управления, поражения и обеспечения, оснащенных средствами автоматизации, обеспечивающую

эффективную разведку и поражение противника в масштабе времени, близком к реальному.

На современном этапе развития средств противодействия, существенной проблемой функционирования РОС является повышение степени живучести его элементов. Определим в качестве элементов РОС артиллерийского подразделения следующие группы [2]:

огневые средства подразделения (ОС);

средства разведки (СР);

машины управления (МУ);

МУ артиллерийских подразделений представляют собой важный объект поражения для сил и средств противника ввиду большого количества выполняемых задач управления. Для сохранения заданных уровней оперативности и устойчивости управления, применяются алгоритмы реконфигурации, обеспечивающие непрерывность управления подразделениями при выходе из строя отдельных элементов, в условиях активного противодействия противника, за счет передачи функций вышедших из строя элементов другим инстанциям управления. Одним из факторов, которые необходимо учитывать при разработке алгоритмов реконфигурации, является стохастическая природа изменения состояний элементов РОС.

Соответственно, для дальнейшего исследования, целесообразно формализовать артиллерийское подразделение в виде боевой системы типа РОС (рисунок 1).

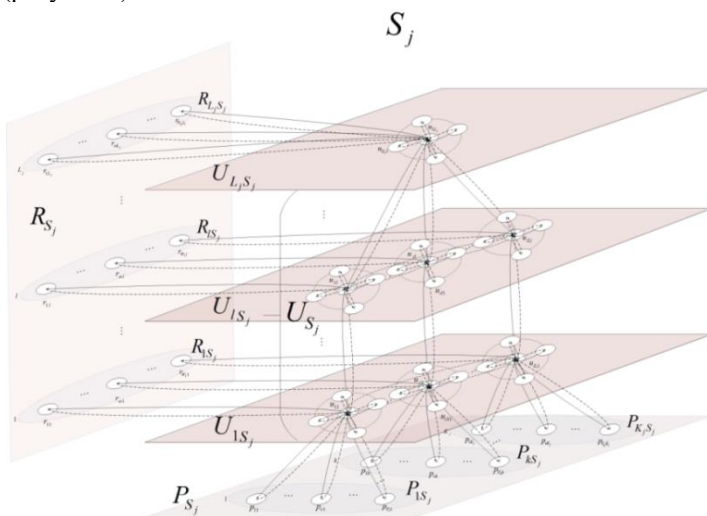


Рис. 1. Формализация артиллерийского подразделения в виде РОС

На рисунке 1 сплошными линиями обозначены прямые связи (доставка информации управления), а пунктирными линиями – обратные связи (доставка информации состояния). При этом теоретико-множественное представление j -й РОС имеет следующий вид:

$$S_j = U_{S_j} \cup P_{S_j} \cup R_{S_j} \quad (1)$$

где S_j - РОС; U_{S_j} - МУ; P_{S_j} - ОС; R_{S_j} - СР;

Взаимодействие МУ с каждым из элементов РОС можно представить в виде ориентированных ациклических графов (отсутствие циклов по связям управления):

- $H_{S_j,PU} = \langle P_{S_j} \cup U_{S_j}, E_{PU} \rangle$ - граф взаимодействия ОС с МУ с множеством дуг подчиненности $E_{PU} \subseteq (P_{S_j} \cup U_{S_j}) \times U_{S_j}$;

- $H_{S_j,RU} = \langle R_{S_j} \cup U_{S_j}, E_{RU} \rangle$ - граф взаимодействия СР с МУ с множеством дуг подчиненности $E_{RU} \subseteq (R_{S_j} \cup U_{S_j}) \times U_{S_j}$;

МУ представляет собой иерархию, то есть является управляющим множеством компонентов каждого из элементов РОС, если любой компонент из множества U_{S_j} имеет подчиненные компоненты и найдется компонент, которому подчинены все компоненты элементов РОС [3].

Множественное представление МУ имеет следующий вид:

$$U_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j} U_{lS_j}, \quad (2)$$

где U_{lS_j} - множество элементов l -го уровня МУ:

$$U_{lS_j} = \{u_{zl}\}, \quad z = 1, \dots, Z_l,$$

где u_{zl} - z -й элемент, представляющий собой структуру типа «активная звезда», l -го уровня МУ:

$$u_{zl} = \{u_{zlm}\}, \quad m = 1, \dots, M_{zl},$$

где u_{zlm} - m -й периферийный элемент, входящий в zl -ю структуру; M_{zl} - число периферийных элементов zl -ой структуры; Z_l - число структурных

элементов МУ на l -м уровне; L_j - число уровней управления в МУ j -й РОС.

Уровни иерархии МУ j -й РОС находятся в соответствии друг с другом (рисунок 1). Множество композиций соответствий имеет следующий вид:

$$G_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j-1} [G_{(l+1)S_j} \circ G_{lS_j}], \quad (3)$$

где G_{lS_j} - соответствие элементов смежных уровней иерархии:

$$G_{lS_j} \subset U_{(l+1)S_j} \times U_{lS_j}.$$

ОС являются одноуровневой структурой и ее можно представить в следующем виде:

$$P_{S_j} = \bigcup_{k=1}^{K_j} P_{kS_j}, \quad (4)$$

где P_{kS_j} - множество элементов k -й группы ОС:

$$P_{kS_j} = \{p_{vk}\}, \quad v = 1, \dots, V_k,$$

где p_{vk} - v -й элемент k -ой группы ОС; V_k - число элементов ОС в k -ой группе; K_j - число групп элементов поражения в ОС j -й РОС.

СР являются многоуровневой структурой (число уровней в общем случае равно числу уровней иерархии МУ) и ее можно представить в следующем виде:

$$R_{S_j} = \bigcup_{l=1}^{L_j} R_{lS_j}, \quad (5)$$

где R_{lS_j} - множество элементов l -го уровня СР:

$$R_{lS_j} = \{r_{wl}\}, \quad w = 1, \dots, W_l,$$

где r_{wl} - w -й элемент l -го уровня СР; W_l - число элементов СР на l -м уровне.

Таким образом, формализация РОС является начальным этапом решения задачи системного анализа.

Библиографический список

1. Боевой устав артиллерии. Часть 2. Дивизион, батарея, взвод, оружие / Министерство обороны Российской Федерации. – М.: Военное издательство, 2013. – 475 с.

2. Бахтияров, Р.Ж. Моделирование полумарковского процесса функционирования элементов разведывательно-огневых комплексов артиллерийских подразделений в ходе боевых действий / Р.Ж. Бахтияров, А.Ю. Козлов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: Изд-во ПГУ, 2019. – Том 3. – С. 42-48.

3. Губко, М.В. Математические модели оптимизации иерархических структур / М.В. Губко. – М.: Ленанд, 2006. – 264 с.

Бахтияров

Ринат Жаферович

Акционерное общество
«Научно-производственное
предприятие «Рубин»,
г. Пенза, Россия

Bakhtiyarov R. Zh.

Joint-Stock Company
“Scientific and Production
Enterprise “Rubin”,
Penza, Russia

УДК 004.9: 519.2

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПУТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ PERT-СЕТИ

М.М. Бугаев, А.А. Тарасов

ANALYTICAL ESTIMATION OF THE PATH DURATION OF A PARALLEL PERT NETWORK

M.M. Butaev, A.A. Tarasov

Аннотация. Цель работы – развитие методов расчёта характеристик PERT-сети. Объект исследования – аналитический метод расчёта продолжительности пути параллельного стохастического ациклического ориентированного графа. Предмет – формулы расчёта продолжительности параллельных независимых действий при случайной равномерно распределённой продолжительности. При выводе формул расчёта вероятностных