

**Д. А. Захаров,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
zakharovda@bmstu.ru

**И. А. Чепурнов,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
chepurnov@bmstu.ru

**В. А. Потапов,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
pspva@bmstu.ru

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Аннотация.** В статье описаны особенности сложных военно-технических систем. Актуализирована необходимость использования методов моделирования профессиональной деятельности в процессе подготовки операторов сложных военно-технических систем. Рассмотрены основные типы математических моделей профессиональной деятельности операторов сложных военно-технических систем. Предложен один из вариантов моделирования групповой деятельности операторов сложных военно-технических систем.

**Ключевые слова:** учебный процесс, подготовка, сложная военно-техническая система, моделирование, оператор, профессиональная деятельность, теория массового обслуживания, человеко-машинная система

К сложным военно-техническим системам (СВТС) относят технические системы, состоящие из большого количества взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, обеспечивающих выполнение системой некоторой достаточно сложной боевой задачи [1]. СВТС присущи такие свойства, как иерархичность, эмерджентность, целостность, интерэктность и целенаправленность. Примерами СВТС могут служить ракетно-ядерные системы, состоящие из ракетных комплексов и средств управления и обеспечения системы вооружения противовоздушной обороны, включающие в свой состав радиолокационные станции и зенитные ракетные комплексы, авиационные комплексы и т. п. [2].

Одним из путей повышения качества подготовки операторов СВТС в военных вузах и военных учебных центрах является применение в учебном процессе деятельностного подхода, основанного на использовании методов моделирования профессиональной деятельности.

Модель профессиональной деятельности оператора СВТС дает обучающимся представление о целостном содержании операторской деятельности, ее внутренней структуре, взаимосвязи и взаимозависимости ее элементов. Разработка такой модели позволяет объединить информацию об отдельных сторонах

профессиональной деятельности оператора СВТС, рассредоточенную в разных курсах учебных дисциплин, и уже тем самым создает возможности для систематизации, исключения дублирования, выявления недостающего материала.

Перечислим основные характеристики профессиональной деятельности оператора СВТС, которые должны быть учтены при моделировании:

- форма и тип труда (управление, контроль параметров, анализ обстановки, прием и обработка информации, техническое обслуживание, ремонт);
- характерные операции, их взаимосвязь, точность и время выполнения;
- степень влияния на профессиональную деятельность оператора таких факторов, как дефицит времени, внешние условия и т. п.

Пространственно-весовое математическое моделирование деятельности оператора СВТС зачастую обеспечивает описание только наиболее общих характеристик деятельности, не учитывая психологические особенности. Поэтому в инженерно-психологических целях моделирование должно основываться на операционном описании деятельности оператора СВТС.

К основным методам операционного описания операторской деятельности относятся: метод алгоритмического описания, метод графов, метод диаграмм оперативных планов. Метод графов позволяет схематично представлять только отдельные аспекты работы оператора. Метод диаграмм оперативных планов описывает лишь последовательность передачи информации. Использование метода алгоритмического описания, в свою очередь, достаточно эффективно обеспечивает оценку параметров операторской деятельности.

Основные типы математических моделей профессиональной деятельности операторов СВТС приведены в таблице.

Основные типы математических моделей профессиональной деятельности операторов СВТС

Тип	Математический аппарат	Область использования
Алгоритмические модели	Теория графов, матричная алгебра, теория вероятностей	Формальное описание деятельности
Информационные модели	Теория информации	Задачи приема, обработки и распределения информации
Модели слежения	Теория автоматического управления	Задачи компенсаторного и преследующего решения
Модели обслуживания	Теория массового обслуживания	Задачи обслуживания заявок
Игровые модели	Теория игр и статистических решений	Задачи принятия решений в условиях неопределенности и противодействия, а также в конфликтных (проблемных) ситуациях
Ситуационные модели	Теория продуктивного мышления, теория нечетких множеств	
Эвристические модели	Теория искусственного интеллекта	

При ситуационном моделировании профессиональной деятельности операторов целесообразно использовать математический аппарат теории множеств [3].

Теория множеств позволяет описать деятельность оператора СВТС кортежем  $Z = \langle P, M_{\text{тек}}, M_{\text{тр}} \rangle$ , где:  $M_{\text{тек}}$  – текущая модель состояния СВТС,  $M_{\text{тр}}$  – модель требуемого состояния СВТС,  $P$  – алгоритм действий для перевода системы из текущего состояния в требуемое:  $P = \langle N, A, O, S, K \rangle$  ( $N$  – множество элементов СВТС,  $A$  – множество типовых операций,  $O$  – множество отношений элементов СВТС,  $S$  – множество состояний СВТС,  $K$  – множество требуемых компетенций оператора).

Дальнейшим развитием теоретико-множественного подхода в инженерной психологии является применение нечетких множеств [4]. Основным достоинством нечетких множеств является то, что они наиболее адекватно описывают процессы оперативного мышления оператора. Этот факт определяет возможность использования теории нечетких множеств в качестве математического аппарата при моделировании процессов принятия решения, характеризующихся явлениями неопределенности.

В моделях, базирующихся на принципах теории информации, оператор СВТС может быть эквивалентен каналу связи, передающему информацию от средств отображения к органам управления. Игровые модели профессиональной деятельности оператора используют математический аппарат теории игр.

Для оперативного персонала СВТС характерна групповая деятельность операторов в составе расчетов (кабин, экипажей). Моделирование групповой деятельности операторов СВТС заключается в синтезе некоторого алгоритма, имитирующего их поведение при выполнении функциональных обязанностей, и основывается на следующих принципах [5]:

- принцип единства цели;
- принцип иерархического структурирования групповой деятельности;
- принцип единства критериев;
- принцип свертывания структур.

При моделировании групповой деятельности операторов СВТС удобно использовать математический аппарат теории массового обслуживания. В таком случае под заявками понимаются команды (сигналы) управления, организованные в соответствии с общим алгоритмом деятельности. Входящий поток заявок включает потоки заявок нескольких типов, каждый из которых имеет свою интенсивность, важность, время обслуживания и допустимое время ожидания в очереди.

В целях наиболее полного отражения моделирующим алгоритмом порядка выполнения функций каждым оператором организовывается приоритетное обслуживание. Приоритеты заявок устанавливаются на основании анализа важности задач, решаемых оператором.

Основой разработки моделей с учетом взаимодействия операторов СВТС могут быть траектории (пути) решения каждой задачи группой операторов. Под траекторией решения задачи понимается последовательность взаимодействия

операторов при решении этой задачи. Траекторию решения задачи удобно представлять в виде графа. При этом операторы представляются вершинами графа, а связи между операторами в процессе решения задачи – его дугами.

Таким образом, моделирование профессиональной деятельности в процессе подготовки операторов СВТС в военных вузах и военных учебных центрах является одним из важнейших инструментов формирования у обучающихся необходимых навыков и профессионально значимых личностных качеств. Модели профессиональной деятельности как отдельных операторов СВТС, так и их групповой деятельности могут быть построены с использованием математического аппарата теории графов, теории вероятностей, теории информации, теории автоматического управления, теории массового обслуживания, теории игр и теории искусственного интеллекта.

### **Список использованных источников и литературы**

1. *Афонин В. П., Быстряков В. Д., Истомин В. В.* Основные вопросы эксплуатации сложных военно-технических систем. М. : ГУЗ, 2013. 220 с.

2. *Чепурнов И. А., Ковалев Р. К.* Инженерно-психологические аспекты профессиональной деятельности операторов сложных технических систем // Образование, инновации, исследования как ресурс развития сообщества : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Чебоксары : Среда, 2024. С. 206–211.

3. *Алексеев В. В., Шишкин А. А.* Адаптивная информационная технология подготовки операторов систем специального назначения на основе компетентностного подхода // Правовая информатика. 2018. № 3. С. 60–68.

4. *Душков Б. А.* Основы инженерной психологии. М. : Акад. проект, 2002. 573 с.

5. Имитационная модель для оценки комплексного влияния инженерно-психологических факторов на эффективность эргатической системы / Б. М. Герасимов, Г. В. Ложкин, С. В. Скрыль, В. В. Спасенников // Кибернетика и вычислительная техника. 1984. № 61. С. 88–93.

### **Об авторах**

Захаров Денис Александрович – преподаватель кафедры зенитных ракетных войск ВУЦ при МГТУ им. Н. Э. Баумана, подполковник.

Чепурнов Илья Александрович – профессор кафедры зенитных ракетных войск ВУЦ при МГТУ им. Н. Э. Баумана, канд. техн. наук, доцент, советник Российской академии ракетных и артиллерийских наук, полковник.

Потапов Владимир Андреевич – начальник цикла кафедры зенитных ракетных войск ВУЦ при МГТУ им. Н. Э. Баумана, подполковник.