

3. Кубекова Б. С. Об экзамене и формах его проведения // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 63-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ekzamene-i-formah-ego-provedeniya> (дата обращения: 19.10.2024).

4. Фетисов А. С. Потенциал и функции демонстрационного экзамена в педагогическом университете как отражение профессионализма будущего педагога // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/potentsial-i-funktsii-demonstratsionnogo-ekzamena-v-pedagogicheskom-universitete-kak-otrazhenie-professionalizma-budushego> (дата обращения: 19.10.2024).

УДК 159.9.072

**И. А. Чепурнов,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
[chepurnov@bmstu.ru](mailto:chepurnov@bmstu.ru)

**В. О. Черваков,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
[vchervakov@bmstu.ru](mailto:vchervakov@bmstu.ru)

**Р. К. Ковалев,**  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва,  
[kovalevrk@bmstu.ru](mailto:kovalevrk@bmstu.ru)

## **МЕТОДИКА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Аннотация.** Актуализирована проблема формирования перечня профессионально важных качеств операторов сложных военно-технических систем, необходимых для их успешной профессиональной деятельности. Предложена методика экспертной оценки и ранжирования профессионально важных качеств операторов сложных военно-технических систем.

**Ключевые слова:** экспертная оценка, сложные военно-технические системы, оператор, профессионально важные качества, метод весовых коэффициентов важности

### **Введение**

Технические системы, обеспечивающие выполнение сложных боевых задач и состоящие из различных взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, называют сложными военно-техническими системами (СВТС). Таким системам присущи следующие свойства: иерархичность, эмерджентность, целостность, интерэктность и целенаправленность [1, 2]. Примерами СВТС могут служить: системы вооружения противовоздушной обороны, включающие в

свой состав радиолокационные станции и зенитные ракетные комплексы, ракетно-ядерные системы, состоящие из ракетных комплексов и средств управления и обеспечения, авиационные комплексы и т. п.

В настоящее время, в эпоху автоматизации и цифровизации СВТС, особое место занимает проблема человеческого фактора в этих системах. Основная особенность деятельности оператора СВТС заключается в том, что он в трудовом процессе взаимодействует с объектом своего труда (объектом управления) не непосредственно, а с помощью средств отображения информации и управления.

Наиболее адекватное описание профессиональной деятельности оператора СВТС дает профессиографический анализ, важнейшим этапом которого является формирование перечня профессионально важных качеств (ПВК), необходимых для успешной профессиональной деятельности [3].

Профессиональная психодиагностика представляет собой исследование и оценку свойств индивидуальности человека в целях проведения профессионального отбора, профессиональной ориентации и рационального распределения кандидатов по специальностям, совершенствования профессиональной подготовки, решения системы практических вопросов по оптимизации профессиональной деятельности.

Известно, что психологический отбор кандидатов для обучения операторским специальностям позволяет сократить отсев непригодных лиц в процессе подготовки с 23–30 до 5–8 %, снизить аварийность СВТС из-за ошибок персонала на 40–70 %, повысить боеготовность СВТС на 10–25 %, уменьшить затраты на подготовку операторов на 30–40 % [4].

Немаловажную роль психодиагностика играет и в процессе профессиональной подготовки операторов СВТС. Она является средством обратной связи, отражая промежуточный и итоговый уровни развития тех или иных ПВК.

Наиболее качественное исследование профессиональной деятельности в целях определения профессиональной пригодности оператора СВТС предполагает определение важности и значимости всех выделенных ПВК, а также их ранжирование по максимальному влиянию на выполнение основных функций операторской деятельности.

В настоящей работе предлагается методика экспертной оценки и ранжирования ПВК операторов СВТС.

## **1. Экспертная оценка и ранжирование ПВК операторов СВТС**

Пусть  $F = \{f_1, \dots, f_m\}$  – множество основных функций оператора СВТС. Зададим совокупность всех ПВК, которыми должен обладать оператор СВТС, множеством  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ . Необходимо определить степень влияния ПВК из множества  $X$  на каждую из основных функций оператора из множества  $F$ .

Решение подобных задач предполагает использование методов экспертной оценки. Суть таких методов заключается в организации проведения экспертами анализа проблемы, количественной оценки результатов и их обработки.

Важнейшей задачей при использовании методов экспертной оценки является подбор экспертов. Здесь необходимо учитывать то, что личная заинтересованность экспертов может стать существенным препятствием объективности их выводов. Рекомендуется в качестве экспертов задействовать специалистов в соответствующей области, имеющих опыт операторской деятельности не менее 5 – 7 лет. В военных вузах и учебных центрах, осуществляющих подготовку операторов СВТС, в качестве экспертов могут привлекаться преподаватели и инструкторы.

Известно большое количество методов экспертной оценки, но, по мнению авторов, наименьшей неопределенностью и в то же время наибольшим «психологическим» удобством для эксперта обладает метод весовых коэффициентов важности (ВКВ) [5, 6]. Использование этого метода требует строгого соблюдения следующих основных правил.

1. Опрос экспертов проводится индивидуально с использованием электронных анкет (опросных листов).

2. Вопросы анкеты (опросного листа) должны предполагать однозначный ответ.

3. При обработке анкет (опросных листов) используются объективные методы с достаточно убедительным представлением результатов.

Опросный лист для проведения экспертного опроса представляет собой электронную таблицу, имеющую вид квадратной матрицы, строки ( $i$ ) и столбцы ( $j$ ) которой соответствуют каждому из  $n$  ПВК (таблица). Количество опросных листов должно равняться:  $s \cdot t$  ( $s$  – число экспертов;  $t$  – количество основных функций оператора СВТС). Каждому эксперту предлагается определить наиболее важные ПВК из множества  $X$  для каждой из  $t$  основных функций оператора СВТС.

Матрица опросного листа

ПВК	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
$x_1$	1	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$x_2$	$a_{21}$	1	...	$a_{2n}$
...	...	...	...	...
$x_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	1

Верхняя треугольная часть матрицы заполняется экспертом по следующему правилу:

$$a_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{ПВК } i \text{ важнее ПВК } j, \\ 1, & \text{ПВК } i \text{ равно по важности ПВК } j, \\ 0, & \text{ПВК } j \text{ важнее ПВК } i. \end{cases}$$

Заполнение нижней треугольной части матрицы опросного листа осуществляется автоматически по правилу

$$a_{ji} = 2 - a_{ij}.$$

Ранжирование ПВК производится по величине ВКВ  $k$ -го порядка [7]:

$$w_i(k) = \frac{p_i(k)}{\sum_{i=1}^n p_i(k)},$$

где  $p_i(k)$  – итерированная важность  $k$ -го порядка для  $i$ -го ПВК;  $n$  – число сравниваемых ПВК.

Итерированные важности 1-го и 2-го порядков для  $i$ -го ПВК можно рассчитать, используя следующие выражения:

$$p_i(1) = \sum_{j=1}^n a_{ij},$$

$$p_i(2) = \sum_{u=1}^n \Psi_u p_u(1), \quad u = \overline{1, n},$$

где

$$\Psi_u = \begin{cases} 2, & \text{если } p_u(1) < p_i(1), \\ 1, & \text{если } p_u(1) = p_i(1), \\ 0, & \text{если } p_u(1) > p_i(1). \end{cases}$$

Правильность заполнения матрицы проверяется по равенству:

$$\sum_{i=1}^n p_i(1) = n^2.$$

Одним из важных преимуществ метода ВКВ является возможность оценки непротиворечивости ответов экспертов. Так, для каждой таблицы, заполненной  $l$ -м экспертом, можно определить коэффициент внутренней непротиворечивости эксперта:

$$h_l = \frac{3(n^3 - \{\sum_{i=1}^n p_i(2)\}_l)}{n^3 - n}.$$

Если величина  $h_l$  меньше некоторого граничного значения  $h_{гр}$ , то мнение данного эксперта не учитывается в дальнейшей обработке в связи с самопротиворечием.

В конечном итоге все ПВК ранжируются по усредненным значениям ВКВ 2-го порядка  $w_{i\text{ср}}(2)$ .

## 2. Особенности обработки результатов экспертной оценки

Проверить правильность выводов экспертной оценки позволяет вычисление коэффициента конкордации, характеризующего степень согласованности мнений экспертов:

$$R = \frac{3 \sum_{i=1}^n [\sum_{l=1}^s p_{il}(1) - sn]^2}{\frac{1}{3} s [s(n^3 - n) - \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^s (t_{il}^3 - t_{il})]},$$

где  $t_{il}$  – количество повторений каждого ранга, сделанных  $l$ -м экспертом.

Для оценки значимости коэффициента конкордации целесообразно использовать критерий Пирсона:

$$\chi^2 = s(n - 1)R.$$

Полученный результат сравнивается с табличным значением

$$\chi_{\text{табл}}^2(q; v = n - 1)$$

Коэффициент конкордации  $R$  признается значимым, если  $\chi^2 > \chi_{\text{табл}}^2$ . В этом случае можно утверждать, что мнения экспертов непротиворечивы и полученное ранжирование можно считать окончательным.

Для определения ПВК оператора СВТС, вызвавших серьезные разногласия у экспертов, может быть использован  $G$ -критерий Кохрена, имеющий преимущества при сравнении трех и более выборок одинакового объема. Определение критерия Кохрена требует знания только выборочной дисперсии ВКВ, рассчитанной для всех  $s$  экспертов по каждому ПВК [6]:

$$V_i^2(k) = \frac{1}{s-1} \sum_{l=1}^s [b_{il}(k) - \bar{b}_i(k)]^2.$$

Тогда, выражение для нахождения критерия Кохрена запишем в виде

$$G = \frac{\max\{V_i^2(k)\}}{\sum_{i=1}^n V_i^2(k)},$$

где  $\max\{V_i^2(k)\}$  – максимальное значение одной из выборочных дисперсий, вычисленных для всех ПВК.

Далее рассчитанное значение критерия Кохрена  $G$  сравнивается с табличным значением  $G_{\text{табл}}(q; v_1 = s - 1; v_2 = n)$ . При  $G > G_{\text{табл}}$  ПВК, которому принадлежит максимальная дисперсия  $\max\{V_i^2(k)\}$ , исключается из дальнейшего анализа. При невыполнении неравенства делается вывод об отсутствии противоречий в суждениях экспертов по всем ПВК.

### Заключение

Профессиографическое исследование профессиональной деятельности операторов СВТС в целях совершенствования методик их отбора и профессиональной подготовки является актуальной задачей. Наиболее качественному решению данной задачи способствует определение важности и значимости соответствующих ПВК. Предложенная методика экспертной оценки ПВК операторов СВТС может служить основой для построения математических моделей, алгоритмов и программных продуктов морфологического синтеза тренажерно-имитационной базы для подготовки операторов СВТС.

### Список использованных источников и литературы

1. Афонин В. П., Быстрыков 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. Чепурнов И. А. Профессиографическое исследование профессиональной деятельности операторов зенитных ракетных комплексов // Психология и психотехника. 2023. № 3. С. 97–107.

4. Пухов В. А. Основы профессионального психофизиологического отбора военных специалистов. М. : МО СССР, 1981. 428 с.

5. Яцков Р. В. Автоматизация диагностики и управления формированием профессионально важных качеств операторов энергосистем // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 2 (63). С. 58–65.

6. Долгов Ю. А. Статистическое моделирование. Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та, 2010. 346 с.

7. Козак Л. Я. Преобразование исходных показателей технологического процесса выплавки стали для последующего моделирования // Компьютерные исследования и моделирование. 2017. Т. 9, № 2. С. 187–199.

### **Об авторах**

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.

Черваков Владимир Олегович – начальник кафедры зенитных ракетных войск ВУЦ при МГТУ им. Н. Э. Баумана, канд. техн. наук, доцент, советник Российской академии ракетных и артиллерийских наук, полковник.

Ковалев Роман Константинович – преподаватель кафедры зенитных ракетных войск ВУЦ при МГТУ им. Н. Э. Баумана, майор.

УДК 378.1

**О. Ю. Шепелев,**  
УИУ – филиал РАНХ и ГС, г. Екатеринбург,  
o.y.shepelev@urfu.ru

## **РЕСУРСЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВУЦ ЧТЕНИЮ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ В ХОДЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Аннотация.** Введение ряда тем, а порою и отдельных дисциплин на основе опыта проведения СВО за счет часов по другим дисциплинам может привести к тому, что уменьшение количества часов по отдельным дисциплинам скажется на качестве подготовки офицеров запаса. Решение данной проблемы автором видится во внедрении в практику обучения разрабатываемых в процессе проектной деятельности ресурсов, которые должны помочь обучающимся качественно освоить изученный материал (в частности, чтение карты), а преподавателю облегчить процесс проверки знаний студентов и сэкономить ему время для решения иных задач.

**Ключевые слова:** учебный план, офицер запаса, чтение карты, условные топографические знаки, проектное обучение, куратор проекта