



УДК 159.9.072.3
ГРНТИ 15.81.35

ОШИБКИ ОПЕРАТОРА В РЕЖИМЕ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ И ИХ КОНТРОЛЬ НА КОМАНДНЫХ ПУНКТАХ ВОЙСК

*С.А. БАГРЕЦОВ, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор
ФГБ ВОУ ВПО «ВКА имени А.Ф. Можайского» (г. Санкт-Петербург)
В.А. КУЛГАНОВ, доктор медицинских наук, профессор
ФГБ ВОУ ВПО «ВКА имени А.Ф. Можайского» (г. Санкт-Петербург)
К.В. МАТЮШЕНОК, кандидат технических наук, доцент
ФГБ ВОУ ВПО «ВКА имени А.Ф. Можайского» (г. Санкт-Петербург)
А.Д. ФОМИЧЕВ
ФГБ ВОУ ВПО «ВКА имени А.Ф. Можайского» (г. Санкт-Петербург)*

Проведен операционно-структурный анализ работы операторов. Произведена оценка их работы до уровня простых действий. Это позволяет определять числовые характеристики, отражающие качество деятельности операторов в режиме ввода информации. Классификация их ошибок позволяет осуществлять контроль всех выполняемых ими операций и повышает надежность работы расчетов командных пунктов войск.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, безошибочный ввод, деятельность оператора, ошибки, системы организационного управления.

OPERATOR ERRORS IN THE DATA ENTRY MODE AND THEIR CONTROL AT THE TROOPS COMMAND POSTS

*S.A. BAGRETSOV, Doctor of Technical sciences, Doctor of Economic sciences, Professor
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)
V.A. KULGANOV, Doctor of Medical sciences, Professor
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)
K.V. MATYUSHENOK, Candidate of Technical sciences, Associate Professor
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)
A.D. FOMICHEV
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)*

An operational and structural analysis of the operator's work was carried out. Their work was evaluated to the level of simple actions. This allows you to determine numerical characteristics that reflect the quality of operator's activities in the information input mode. Classification of their errors allows to control all operations performed by them and increases the troops command posts calculations reliability.

Keywords: automated workstation, error-free input, operator activity, errors, organizational management systems.

Введение. Развитие современных автоматизированных систем управления, усложнение комплексов технических средств и технологии их производства, широкое использование средств вычислительной техники в организации и управлении командными пунктами войск ведут к возрастанию роли людей в управлении, планировании и проектировании сложных человеко-машинных комплексов [1–3].

Актуальность. Весьма актуальными становятся в настоящее время вопросы, связанные с безошибочностью работы операторов с техническими средствами отображения и ввода



информации на командных пунктах войск. Важными мероприятиями являются организация взаимодействия операторов в процессе совместной деятельности в составе расчета и обеспечение надежности их работы [4–6]. Успешное решение вышеназванных задач невозможно без развитого инструментария, предназначенного для оценки эффективности совместной работы операторов командных пунктов. Он позволяет с позиций единого научно-методологического подхода учитывать организационные, квалификационные, психофизиологические, личностные и социальные аспекты групповой деятельности [7, 8].

Структура труда операторов и состояние системы «человек-машина». Структура деятельности операторов командных пунктов предполагает наличие ряда состояний, представленных на рисунке 1.

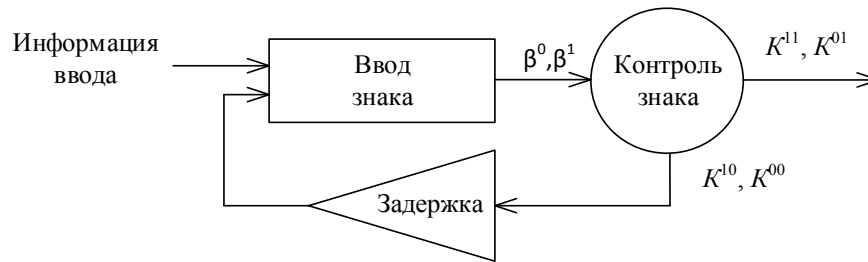


Рисунок 1 – Структура деятельности оператора при вводе одного знака информационного сообщения

Введение в данную структуру блока «задержки» обусловлено необходимостью редактирования ошибочно введенного текста, при этом используются обозначения и переменные:

K^{11} – условная вероятность признания контрольным блоком безошибочности ввода таковым;

K^{10} – условная вероятность признания контрольным блоком безошибочного ввода ошибочным;

K^{00} – условная вероятность признания контрольным блоком ошибочного ввода ошибочным;

K^{01} – условная вероятность признания контрольным блоком ошибочного ввода безошибочным;

β^0 – вероятность ошибочного ввода символов информационного сообщения;

β^1 – вероятность безошибочного ввода символов информационного сообщения.

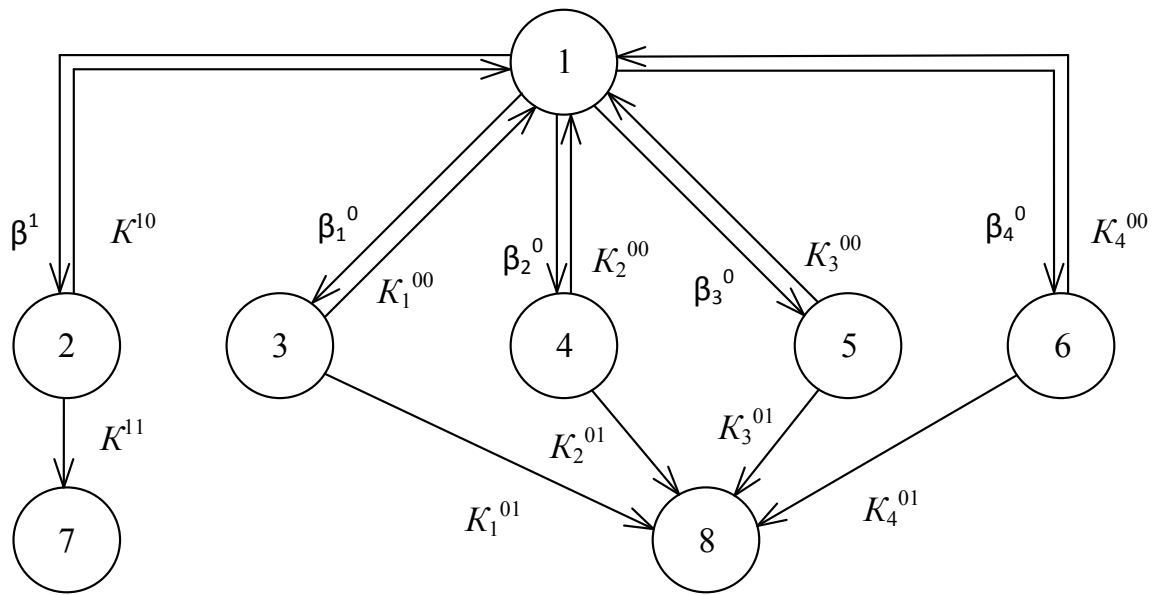
$$\beta^0 = \sum_{i=1}^n \beta_i, \quad (1)$$

где n – количество различных типов ошибок ввода, i – тип ошибки ввода.

Для определения эквивалентных характеристик блока рассмотрим граф состояний такой схемы (рисунок 2).

Состояния системы «человек-оператор» в режиме ввода информации определены следующим образом:

- 1 – ввод и корректировка знака информационного сообщения;
- 2 – контроль правильно введенного знака;
- 3 – контроль ошибочно введенного знака (ошибка 1-го типа);
- 4 – контроль ошибочно введенного знака (ошибка 2-го типа);
- 5 – контроль ошибочно введенного знака;
- 6 – контроль ошибочно введенного знака;
- 7 – осуществлен безошибочный ввод знака информационного сообщения;
- 8 – пропущена ошибка ввода знака информационного сообщения.



$$\beta_1^0 = \beta^0 \cdot \rho_1^1; \quad \beta_2^0 = \beta^0 \cdot \rho_2^1; \quad \beta_3^0 = \beta^0 \cdot \rho_3^1; \quad \beta_4^0 = \beta^0 \cdot \rho_4^1; \quad \rho_i = \frac{\beta_i}{\beta^0} = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i}.$$

Рисунок 2 – Граф возможных состояний системы «человек-оператор» в режиме ввода информации

Анализ различных типов ошибок оператора в режиме ввода информации. В результате анализа сущности и значимости отдельных характеристик надежности работы оператора в режиме ввода информации была произведена классификация ошибок, совершаемых оператором. Предлагаемая классификация предполагает разделение ошибок ввода информации по нескольким признакам с учетом психофизиологических закономерностей работы.

Задача в такой формулировке может быть определена, как «многомерная задача о ранце». В результате ее решения из совокупности всех возможных ошибок было выделено четыре типа ошибок, обладающих максимальной величиной обобщения и объединенных по внешним проявлениям:

- 1 – пропуск (знаков, слов);
- 2 – перестановка (знаков в словах, слов в сообщениях);
- 3 – добавление (знаков в словах, слов в сообщениях);
- 4 – трансформация (знаков в словах, слов в сообщениях).

В соответствии с методикой, изложенной в [5, 6], обобщенное матричное число системы с графом возможных состояний (рисунок 2) будет равно:

$$\alpha = \begin{array}{c|ccccc} 1 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \\ 2 & 21 & 22 & & & \\ 3 & 31 & 33 & & & \\ 4 & 41 & 44 & & & \\ 5 & 51 & 55 & & & \\ 6 & 63 & 64 & 65 & 66 & \\ 7 & 72 & 77 & & & \\ 8 & 81 & 88 & & & \end{array} . \quad (2)$$



Вероятность безошибочного ввода знака информационного сообщения определяют выражением:

$$\beta = \beta_{\text{экв}}^1 = \frac{A}{B},$$

где $A = \det[\alpha_{i \in 1,7; j \in 7,6}]_{\text{mod}2}$, $B = \det[\alpha_{i=j \in 6,7}]_{\text{mod}2}$ – детерминантная функция.

$$A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 2 & \\ 3 & 3 & 1 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 1 \\ 5 & 5 & 5 & 5 \\ 7 & 2 & & \\ 8 & 8 & & \end{vmatrix} = (-1)^{V1} \times a_{21} \times a_{33} \times a_{44} \times a_{55} \times a_{72} \times a_{88} = b^1 \times K^{11}. \quad (3)$$

Аналогично:

$$B = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & & & \\ 2 & 2 & & & & \\ 3 & & 3 & & & \\ 4 & & & 4 & & \\ 5 & & & & 5 & \\ 8 & & & & & 8 \end{vmatrix}_{\text{mod}2} = \quad (4)$$

$$\begin{aligned} &= (-1)^{V6} \cdot a_{18} \cdot a_{22} \cdot a_{33} \cdot a_{44} \cdot a_{55} \cdot a_{81} + (-1)^{V1} \cdot a_{11} \cdot a_{33} \cdot a_{44} \cdot a_{55} \cdot a_{72} \cdot a_{88} + \\ &+ (-1)^{V2} \cdot a_{12} \cdot a_{21} \cdot a_{33} \cdot a_{44} \cdot a_{55} \cdot a_{88} + (-1)^{V3} \cdot a_{13} \cdot a_{22} \cdot a_{31} \cdot a_{44} \cdot a_{55} \cdot a_{88} + \\ &+ (-1)^{V4} \cdot a_{14} \cdot a_{22} \cdot a_{33} \cdot a_{41} \cdot a_{55} \cdot a_{88} + (-1)^{V5} \cdot a_{15} \cdot a_{22} \cdot a_{33} \cdot a_{44} \cdot a_{51} \cdot a_{88} = \\ &= 1 - \beta_1^0 \cdot K_1^{00} - \beta_2^0 \cdot K_2^{00} - \beta_3^0 \cdot K_3^{00} - \beta_4^0 \cdot K_4^{00} - \beta^1 \cdot K^{10} = (1 - \beta^1 \cdot K^{10} - \sum_{i=1}^n \beta_i^0 \cdot (1 - K_i^{00})). \end{aligned}$$

Откуда:

$$\beta = \frac{A}{B} = \frac{\beta^1 \cdot K^{11}}{(1 - \beta^1 \cdot K^{10} - \sum_{i=1}^n \beta_i^0 \cdot (1 - K_i^{00}))}. \quad (5)$$

Аналогично, методом обобщенных матричных чисел, получены выражения, позволяющие определить время ввода оператором одного знака информационного сообщения.

Математическое ожидание (МО) времени ввода комплекса из « m » знаков при наличии контроля вводимой информации в случайные моменты времени (переменный режим контроля) определяют выражением:

$$M(m) = m \cdot \left[\frac{\lambda_3}{\lambda_3 + \lambda_4} \cdot M_1(T_{3H}) + \frac{\lambda_4}{\lambda_3 + \lambda_4} \cdot M_2(T_{3H}) \right], \quad (6)$$



где $M_1(T_{3H})$ – МО времени ввода одного знака при условии наличия познакового контроля вводимой информации

$$M_1(T_{3H}) = \sum_{\mu \in \{1,2,3,4,5,8\}} M(T_\mu) \cdot n_\mu^1,$$

где $M(T_1)$ – МО времени ввода одного знака информационного сообщения;

$M(T_2)$ – МО времени контроля и анализа ошибок при вводе одного знака информационного сообщения;

$M(T_{m \in \{3,4,5,8\}})$ – МО времени редактирования ошибок при вводе одного знака информационного сообщения;

$$n_\mu^1 = \frac{C_\mu^1}{D_{3H}},$$

где $C_1^1=1.0$; $C_2^1=b_{3H}^1$ – вероятность безошибочного ввода одного знака (символа) информационного сообщения;

C_3^1, \dots, C_8^1 – вероятности возникновения типов ошибок:

$C_3^1 = b_{13H}^0$ – трансформация;

$C_4^1 = b_{23H}^0$ – добавление;

$C_5^1 = b_{23H}^0$ – пропуск;

$C_8^1 = b_{33H}^0$ – перестановка;

$D_{3H} = 1 - \beta_{3H}^1 \cdot K_{3H}^{10} - \sum_{i=1}^4 \beta_{i3H}^0 \cdot (1 - K_{i3H}^{01})$ – итоговый показатель, учитывающий вероятность возникновения типов ошибок.

МО времени ввода одного знака при условии отсутствия познакового контроля вводимой информации: $M_2(T_{3H}) = M(T_1)$.

МО времени ввода комплекса из « m » знаков при полном отсутствии контроля вводимой информации определяют выражением:

$$M_0(m) = m \cdot \left[\frac{\lambda_4}{\lambda_3 + \lambda_4} \cdot M_2(T_{3H}) \right]. \quad (7)$$

Аналогично полученным ранее выражениям, запишем выражение для расчета МО времени ввода слова команды управления длиной « m » знаков:

$$M(m) = \left[\frac{\lambda_3}{\lambda_3 + \lambda_4} \cdot M_1(T_{cл}) + \frac{\lambda_4}{\lambda_3 + \lambda_4} \cdot M_2(T_{cл}) \right], \quad (8)$$

где $M_{cл}(T_{cл}) = \sum M_{cл}(T_\mu) \cdot n_\mu^1$ – МО времени ввода одного слова при условии наличия контроля вводимой информации;

$M_{cл}(T_1) = M_2(T_{cл}) = M(m)$; m – число знаков в слове; $n_\mu^1 = A_\mu / C_{cл}$;

$M_{cл}(T_2)$ – МО времени контроля слова ($M(T_2) = 0,9 \cdot m + 22$ [мс]);

$M_{cл}(T_3)$ – МО времени классификации ошибок ($M_{cл}(T_3) = 0,45$ [мс]);

$M_{cл}(T_4) = 13,6$ [мс] – МО времени редактирования ошибок типа $i=5 \div 7$;

$M_{cл}(T_5) = 14,5$ [мс] – МО времени редактирования ошибок типа $i=8$;

$M_{cл}(T_6)$ – МО времени установления курсора в позицию редактирования;



$M_{cl}(T_9) = 8$ [мс] – МО времени редактирования ошибок типа $i=9$;

$A_1 = 1,0$; $A_2 = \beta_{cl}^1$;

$A_3 = \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00}$;

$A_4 = \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=5 \div 7} + \beta_{cl}^1 \cdot K_{4,5} \cdot K_{i=8} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=5 \div 7} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} (\beta_{\beta 1} \cdot K_{i=5 \div 7} + \beta_{\beta 2} \cdot K_{i=9} \cdot K_{i=8})$;

$A_5 = \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=8} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=8}$;

$A_6 = \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=5 \div 7} \cdot \beta_{\beta 1} + \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=9} + \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 2} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=5 \div 7} \cdot \beta_{\beta 1} +$
 $+ \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=9} + \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 2}$;

$A_9 = \beta_{cl}^0$, где $A_1 - A_9$ – различные варианты детерминантных функций;

$C_{cl} = 1 - \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=5 \div 7} \cdot \beta_{\beta 1} - \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 2} - \beta_{cl}^1 \cdot K_{cl}^{10} \cdot K_{4,5} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 1} -$

$- \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=5 \div 7} \cdot \beta_{\beta 1} - \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 2} - \beta_{cl}^0 \cdot K_{cl}^{00} \cdot K_{4,5} \cdot K_{i=8} \cdot \beta_{\beta 1}$ – вероятность возникновения ошибок ввода слов.

Учитывая, что $M_{cl}(T_3) \approx 0$ и $A_2 + A_9 = 1$, запишем окончательное выражение:

$$M(m) = [A_1 \cdot m \cdot M(T_1) + M(T_2) + A_4 \cdot M(T_4) + A_5 \cdot M(T_5) + A_6 \cdot M(T_6)] / C_{cl} \quad (9)$$

Как видно из полученных выражений, время выполнения операций ввода « m » одиночных знаков сообщения и комплекса из « n » слов определяют помимо всех прочих составляющих распределением вероятностей ошибок оператора различных типов при вводе одиночного знака, а также временем их редактирования. Статистика распределения ошибок оператора по типам изменяется в процессе ввода информации (таблица 1).

Кроме указанных типовых ошибок, ошибки оператора могут сочетаться друг с другом. Статистика показывает, что вероятность появления двойных, тройных ошибок чрезвычайно мала, поэтому их целесообразно относить к группе ошибок типа «трансформация».

Она носит преемственный характер, так как зависит от вероятности безошибочного ввода информации, как на уровне знаков, так и на уровне слов. В соответствии с этим распределением изменяются и веса наиболее часто используемых способов редактирования.

Таблица 1 – Статистика распределения ошибок оператора по типам

№	Тип ошибки в знаках	Вероятность совершения ошибки (β)	Вероятность обнаружения ошибки (K)
1	Трансформация	$2,05 \cdot 10^{-3}$	0,70
2	Добавление	$0,71 \cdot 10^{-3}$	0,55
3	Пропуск	$1,23 \cdot 10^{-3}$	0,32
4	Перестановка	$0,10 \cdot 10^{-3}$	0,25

Его выбор осуществляет оператор на основе анализа текущей ситуации, в которой произошла ошибка, а также ее типа. Основную долю ошибок исправляют в ходе контроля ввода знаков и слов. При этом, основными методами редактирования являются те из них, которые предполагают уничтожение всей или части вводимой оператором информации.

При вводе целых командных строк управления, состоящих не только из отдельных знаков, целых слов, но и их совокупностей, контроль безошибочности ввода операторами осуществляют в два этапа:

- контроль на уровне вводимых знаков;
- смысловой контроль команды управления.

Последний включает в себя пословный и полный контроль введенной информации. Пословный – производит оператор по мере их ввода. Полный, как правило, осуществляют после ввода последнего знака команды. Учитывая сделанные замечания, упрощенная структура деятельности оператора автоматизированного рабочего места (АРМ) при вводе управляющей информации представлена на рисунке 3.



Из рисунка 3 видно, что контроль всех выполняемых операций осуществляют на трех уровнях:

- знаки команды управления;
- отдельные слова команды;
- законченные смысловые единицы.

На каждом из этих уровней контролируют ошибки, совершенные оператором на нижележащих уровнях деятельности. При этом от уровня к уровню увеличивают количество контролируемых элементов.

Моделирование деятельности оператора АРМ при вводе команд управления режимами работы аппаратуры системы организационного управления (СОУ). Современные СОУ имеют на вооружении ряд стандартных комплектов средств автоматизации. К ним относят вычислительные комплексы и аппаратуру передачи данных. Наиболее сложные в техническом отношении многопроцессорные вычислительные комплексы являются основным звеном при обработке и хранении информации в СОУ. В процессе эксплуатации они требуют как серьезного технического обслуживания, так и специального программного обеспечения. При этом, управление функционированием аппаратуры проводят операторы терминалов посредством ввода управляющих команд.

В результате проведенного анализа условий практической деятельности операторов определено статистическое распределение длин команд управления аппаратурой вычислительных комплексов, вводимых с клавиатуры (таблица 2).

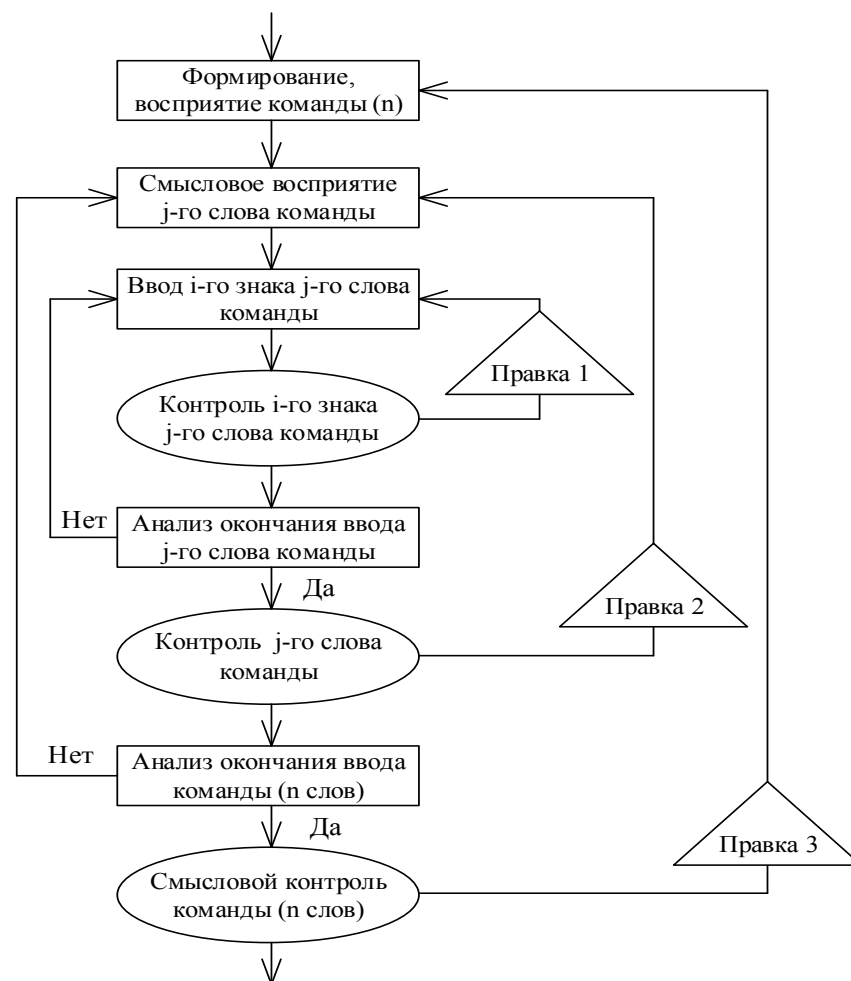


Рисунок 3 – Структурная схема деятельности оператора АРМ при вводе управляющей информации



Таблица 2 – Статистическое распределение длин команд управления аппаратурой вычислительных комплексов, вводимых с клавиатуры

Область значений i	Интервалы длин команд ΔL_i	Групповые частоты появления команд m_i	Относительные частоты попадания в интервал ΔL_i
1	<5	8	0,0284
2	5–10	6	0,0213
3	11–15	27	0,0960
4	16–20	39	0,1387
5	21–25	56	0,1992
6	26–30	63	0,2241
7	31–35	42	0,1494
8	36–40	24	0,0854
9	40–45	9	0,0320
10	> 45	7	0,0249
Всего:		281	1,000

Гистограмма, соответствующая данному статистическому распределению, представлена на рисунке 4.

По гистограмме можно сделать вывод о том, что случайная длина используемых оператором АРМ команд управления аппаратурой СОУ (L) распределена нормально. Следовательно, гипотетическое распределение имеет плотность

$$f(L; a, \tau) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{L-a}{\sigma} \right)^2}, \quad (10)$$

которая содержит два неизвестных параметра a и σ .

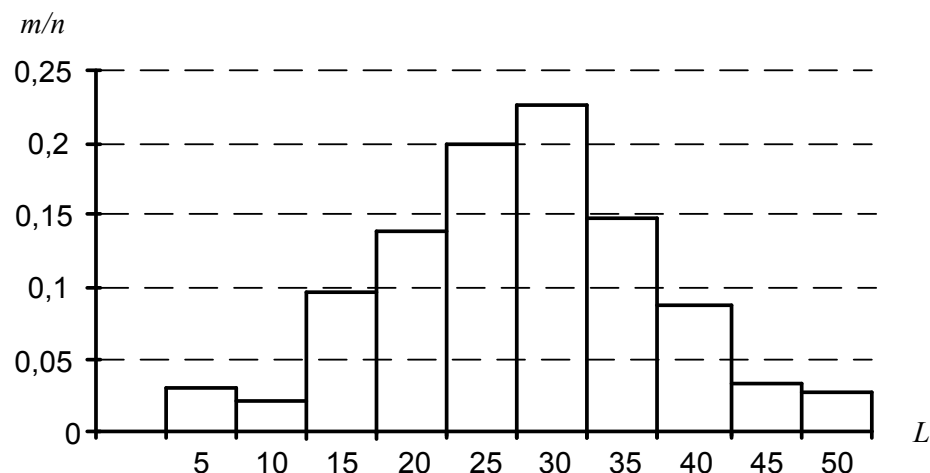


Рисунок 4 – Гистограмма эмпирической выборки длин, используемых операторами АРМ команд управления

По этой выборке, состоящей из 281 измерения длины используемой оператором команды, вычислим наиболее правдоподобные оценки для a и τ :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_i, \quad S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2. \quad (11)$$



Проверка достоверности этой гипотезы была произведена по критерию χ^2 . В результате проведенных расчетов были получены следующие значения $\chi=21,350$ и $S^2=113,923$. Таким образом, функция распределения $\Phi_0(x)$, используемая для проверки, имеет плотность:

$$f_0(L) = \frac{1}{9,214 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{L-19,989}{84,906} \right)^2}. \quad (12)$$

Далее по таблице функции распределения $\Phi_0(x)$ нормированного и центрированного нормального распределения были вычислены p_i – «теоретические вероятности» того, что рассматриваемая случайная величина длины управляющей команды (X) попадет в i -ю область значений (класс – Δ_i):

$$p_1 = p(x < 5) = 1/2 - \Phi_0(-1,626) = 0,0289;$$

$$p_2 = p(5 < x < 10) = \Phi_0(-1,626) - \Phi_0(-1,084) = 0,0816.$$

Меру отклонения истинного распределения от гипотетического, каковым является χ^2 , вычисляют по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(M_i - n \cdot p_i)^2}{n \cdot p_i} = \sum_{i=1}^k \frac{M_i^2}{n \cdot p_i} - n, \quad (13)$$

где M_i – число значений выборки в Δ_i , при условиях

$$\sum_{i=1}^k p_i = 1; \quad \sum_{i=1}^k M_i = n;$$

$$n \cdot p_i \geq \begin{cases} 1 - \text{для граничных классов;} \\ 5 - \text{для остальных классов.} \end{cases}$$

Рассчитанные для χ^2 данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Рассчитанные для χ^2 данные

Область значений i	m_i	p_i	np_i	$(m_i - np_i)^2 / np_i$
1	8	0,0289	8,1209	0,0017999
2	6	0,0816	22,9296	12,4996230
3	27	0,1330	37,3730	2,8790605
4	39	0,1746	49,0626	2,0638107
5	56	0,2077	58,3637	0,0957286
6	63	0,1579	44,3699	7,7939187
7	42	0,1070	30,0670	4,7359726
8	24	0,0611	17,1691	2,7177426
9	9	0,0273	7,6713	0,2301361
10	7	0,0208	5,8448	0,2283803
Сумма	281	10	281	20,430994

Таким образом, вычисление дает: $\chi^2=20,43$. Для $\alpha=0,01$ и $m=9$ из таблицы значений квантилей $\chi^2(m)$ в зависимости от числа степеней свободы m и вероятности α [6] получено критическое значение $\chi\alpha^2=21,7$.



Так как вычисленное значение χ^2 меньше табличного $\chi\alpha^2$, то гипотеза о нормальном распределении случайной длины используемых операторами команд управления не противоречит материалу наблюдений на уровне значимости 0,01.

На основе определенных выше, а также в таблице 4, исходных данных (математическое ожидание времени ввода и контроля одного знака соответственно равно 0,54 с и 0,23 с), было проведено моделирование деятельности оператора АРМ при вводе команд управления режимами работы аппаратуры СОУ. При этом оператор изменял стратегию контроля правильности ввода и редактирования ошибочно введенной информации.

Таблица 4 – Возможные ошибки и их характеристики

Название ошибки в знаках	Тип ошибки	Вероятность совершения	Математическое ожидание времени редактирования, с	Вероятность обнаружения
Трансформация	C1	0,000839	2,13	0,7
Добавление	C2	0,002906	0,57	0,55
Пропуск	C3	0,000504	2,13	0,32
Перестановка	C4	4,090005	2,13	0,25

Результаты моделирования деятельности оператора АРМ по вводу команд управления аппаратурой СОУ отражены на рисунке 5. На нем показано изменение математического ожидания времени, необходимого оператору для ввода команд управления в случае применения им различных способов контроля безошибочности ввода знаков.

При проведении (дополнительно к переменному режиму контроля знаков вводимой команды управления) пословного контроля безошибочности ввода, когда оператор после ввода слова команды управления проверяет правильность слова в целом, происходит рост величины математического ожидания времени, необходимого для формирования управляющей команды.

Кроме того, использование данной стратегии контроля позволяет повысить вероятность безошибочного ввода команды до уровня, соответствующего применению стратегии познакового контроля (рисунок 5). На рисунке 6 показаны зависимости изменения величины математического ожидания времени ввода слов команды управления, как при наличии, так и отсутствии пословного контроля.

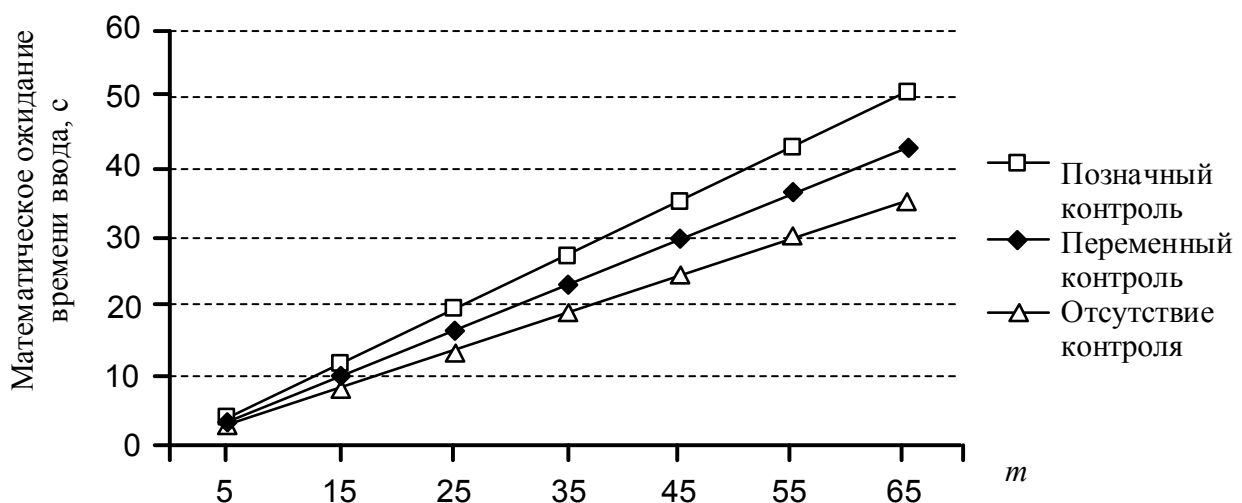


Рисунок 5 – Зависимость величины математического ожидания времени ввода оператором АРМ команд управления от их длины (m) и режима контроля

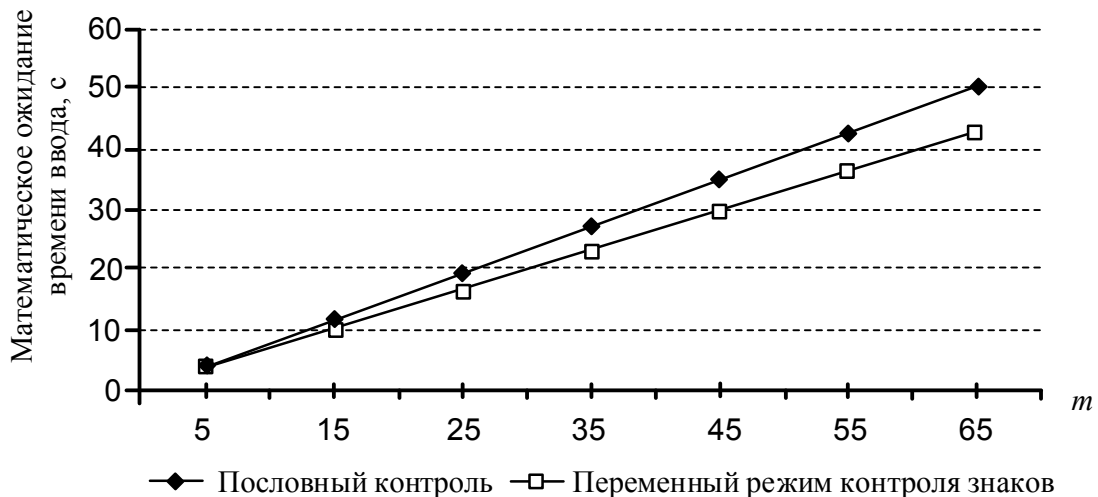


Рисунок 6 – Зависимость величины математического ожидания времени ввода оператором АРМ команд управления от их длины (m) при наличии и отсутствии пословного контроля

Добиться сокращения времени, необходимого для обеспечения безошибочного ввода команд управления, возможно за счет повышения уровня профессиональной подготовки операторов АРМ. Известно, что на практике опытный специалист не только не производит познакового контроля, но и вообще не контролирует ввод отдельных символов и слов (так называемый «слепой метод» набора). Таким образом, время ввода команд управления сокращают на время контроля отдельных знаков и определяют только величиной времени, необходимого для пословного контроля введенной команды.

Выводы. Деятельность оператора содержит основные этапы процесса ввода информации. Ее отличительной особенностью является возможность учета стохастичности данного процесса. Он проявляется в случайном и детерминированном изменении структуры деятельности операторов. Это позволяет получать дифференцированную оценку безошибочности и своевременности выполнения отдельных операций операторами. Представленная классификация ошибок ввода информации оператором позволяет осуществлять контроль всех выполняемых им операций и повышает надежность работы расчетов командных пунктов войск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулганов В.А., Моторин В.М., Фомичев А.Д. Психофизиологические аспекты совершенствования управления техническими системами объектов наземной космической инфраструктуры // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Выпуск 663. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. С. 165–169.
2. Кулганов В.А., Багрецов С.А., Фомичев А.Д. Алгоритм решения задач комплектования операторов боевых расчетов // Военная Мысль, 2018. С. 31–37.
3. Кулганов В.А., Гильванов П.Р. Деятельность операторов в условиях выполнения учебно-боевых задач на тренажерах и пусков ракет // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Выпуск 648. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2015. С. 139–145.
4. Новикова А.С. Особенности командообразования для самонаправляемых рабочих команд // Психология образования в поликультурном пространстве. 2013. Т. 4. № 24. С. 55–61.
5. Багрецов С.А., Кулганов В.А., Фомичев А.Д. Алгоритм определения области компромиссных решений комплектования малых групп формирований Воздушно-космических сил // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Выпуск 657. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017. С. 141–147.



6. Багрецов С.А., Кулганов В.А., Фомичев А.Д. Методика комплектования малых групп воинских формирований на основе применения условного критерия предпочтения // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Вып. 658. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017. С. 248–253.

7. Багрецов С.А., Кулганов В.А., Матюшенко К.В., Фомичев А.Д. Модели взаимного резервирования операторов дежурных расчетов в процессе совместной деятельности // Экология и развитие общества, 2020. № 1 (32). С. 37–46.

8. Кулганов В.А., Фомичев А.Д. Автоматизированная система управления ракетно-космическими комплексами как одна из важных составляющих повышения надежности в системе «человек-боевая техника» // Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники», 14–15 декабря 2016 г. Т. 2. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016. С. 27–31.

REFERENCES

1. Kulganov V.A., Motorin V.M., Fomichev A.D. Psihofiziologicheskie aspekty sovershenstvovaniya upravleniya tehniceskimi sistemami ob'ektov nazemnoj kosmicheskoy infrastruktury // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. Vypusk 663. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2018. pp. 165–169.

2. Kulganov V.A., Bagrecov S.A., Fomichev A.D. Algoritm resheniya zadach komplektovaniya operatorov boevyh raschetov // Voennaya Mysl', 2018. pp. 31–37.

3. Kulganov V.A., Gil'vanov P.R. Deyatel'nost' operatorov v usloviyah vypolneniya uchebno-boevyh zadach na trenazherah i puskov raket // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. Vypusk 648. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2015. pp. 139–145.

4. Novikova A.S. Osobennosti komandoobrazovaniya dlya samonapravlyaemyh rabochih komand // Psihologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve. 2013. T. 4. № 24. pp. 55–61.

5. Bagrecov S.A., Kulganov V.A., Fomichev A.D. Algoritm opredeleniya oblasti kompromissnyh reshenij komplektovaniya malyh grupp formirovanij Vozdushno-kosmicheskikh sil // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. Vypusk 657. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2017. pp. 141–147.

6. Bagrecov S.A., Kulganov V.A., Fomichev A.D. Metodika komplektovaniya malyh grupp voinskih formirovanij na osnove primeneniya uslovnogo kriteriya predpochteniya // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. Vyp. 658. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2017. pp. 248–253.

7. Bagrecov S.A., Kulganov V.A., Matyushenok K.V., Fomichev A.D. Modeli vzaimnogo rezervirovaniya operatorov dezhurnyh raschetov v processe sovmestnoj deyatel'nosti // `Ekologiya i razvitie obschestva, 2020. № 1 (32). pp. 37–46.

8. Kulganov V.A., Fomichev A.D. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya raketno-kosmicheskimi kompleksami kak odna iz vazhnyh sostavlyayuschih povysheniya nadezhnosti v sisteme «chelovek-boevaya tehnika» // Sbornik statej III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye problemy sozdaniya i `ekspluatatsii vooruzheniya, voennoj i special'noj tehniki», 14-15 dekabrya 2016 g. T. 2. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2016. pp. 27–31.

© Багрецов С.А., Кулганов В.А., Матюшенко К.В., Фомичев А.Д., 2020

Багрецов Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, старший научный сотрудник 61-й лаборатории Военного института (научно-исследовательского), Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (г. Санкт-Петербург), Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13.



Кулганов Владимир Александрович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры радиационной, химической и биологической защиты, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (г. Санкт-Петербург), Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13.

Матюшенок Константин Васильевич, кандидат технических наук, доцент, преподаватель кафедры радиационной, химической и биологической защиты, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (г. Санкт-Петербург), Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13.

Фомичев Андрей Дмитриевич, преподаватель кафедры систем жизнеобеспечения наземной космической инфраструктуры, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (г. Санкт-Петербург), Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13.