

УДК 68.512+73

В.И. Дяченко,**Б.А. Демьянчук,** д.т.н., доц.,**Ж.А. Хижняк***Военная академия (г. Одесса), Україна*

МЕТОД ВЫБОРА ВАРИАНТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ СИЛ И СРЕДСТВ ВЫСОКОМОБИЛЬНЫХ ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК НА ОСНОВЕ КОМПРОМИССА МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ МАНЕВРЕННОСТИ И ОГНЕВОЙ МОЩИ

Выбирается вариант обеспечения живучести высокомобильных десантных войск по критерию идеального наблюдателя путем компромисса между показателями обеспечения их маневренности и огневой мощи с учетом вариантов их реализации, имеющих максимальные значения вероятностей при пересекающихся гипотезах о распределении случайных исходных данных о затратах на развитие каждого из альтернативных вариантов.

Ключевые слова: альтернативные варианты оснащения, законы распределения затрат на обеспечение вооружением и техникой, прогнозирование реализации при пересекающихся гипотезах, стохастическая матрица достоверностей реализации вариантов оснащения.

Постановка проблемы

Специфику боевого применения высокомобильных десантных войск (ВДВ) определяют следующие факторы:

- боевые действия подразделений и частей ВДВ при проведении специальных операций требуют маневренного, локального, «точечного» применения сил и средств, использования вооружения и технических средств как традиционных, так и новых типов [1-3];

- операции частей и боевые действия подразделений ВДВ проводятся на значительных удалениях от своих баз, что требует специальных средств доставки их в район операции, достаточного уровня и качества десантного обеспечения, оснащения их маневренными средствами транспортирования на протяжении боя и при дальнейшей эвакуации, эффективным вооружением; при этом необходимы: соответствующие функционально устойчивые средства связи подразделений с их пунктами боевого управления за пределами прямой видимости; необходимы новые эффективные индивидуальные и групповые средства огневого поражения противника [4];

- для достижения успеха операций особую роль, наряду с внезапностью, интенсивностью и смелостью действий личного состава, в настоящее время играют новые средства для защиты информации от несанкционированного доступа противника, а также средства для введения противника в заблуждение [1];

- наступательные действия частей и подразделений ВДВ в условиях, когда соотношение противоборствующих сил и средств является чаще невыгодным для ВДВ, требуют нетрадиционных средств для маневренного и скрытного начала активных действий, поэтому принципиально необходимы, во-первых, средства для уменьшения заметности личного состава, вооружения и техники ВДВ в диапазоне микроволнового и ИК-излучения, во-вторых, необходимы новые, достаточно легкие и эффективные средства огневого и другого опережающего подавления противника [4].

Наращивание боевых возможностей достигается сейчас, во-первых, путем применения новых технологий управления войсками, во-вторых, путем оснащения войск вооружением, которое обеспечивает «бесконтактное» поражение противника.

Анализ последних исследований и публикаций

В известных публикациях [1] показано, что технической основой для обеспечения горизонтальных и вертикальных каналов обмена информацией в реальном масштабе времени между любыми объектами управления в боевом пространстве является совокупность информационных сетей, которая, естественно, требует множества новых средств связи.

Обеспечение «бесконтактного» поражения противника требует оснащения ВДВ новыми видами вооружения и военной техники. Это показано в статье [4] на примере факторов противоборства противника ведению десантно-штурмовых действий высокомобильных десантных войск. Однако, оснащение ВДВ совокупностью новых эффективных средств с учетом указанных тенденций, в значительной степени снижает маневренность ВДВ, особенно в условиях резко пересеченной местности [5].

В то же время, устойчивость управления, скрытность и огневая мощь, так и маневренность и внезапность действий ВДВ, – все это непосредственно определяет живучесть подразделений ВДВ, их постоянную готовность выполнять сложные боевые задачи в современной боевой обстановке, изменяющейся динамично во времени и пространстве. Публикации, направленные на решение этой известной противоречивой задачи, отсутствуют.

Постановка задачи

Целью статьи является разработка метода сравнения гипотез о реализации возможных вариантов оснащения ВДВ техническими средствами, с учетом затрат на увеличение маневренности и на оснащение ВДВ новым вооружением, с последующим выбором компромиссного решения, направленного на обеспечение живучести ВДВ по критерию идеального наблюдателя.

Задаче прогнозирования реализации вариантов развития методом проверки статистических гипотез посвящено множество работ [6-9]. Однако, задаче оценки достоверности прогноза реализации альтернативных вариантов по ограниченному числу признаков вариантов при пересекающихся гипотезах о возможностях реализации этих вариантов, к сожалению, уделяется мало внимания и в современных публикациях. В то же время, как показывает анализ, сочетание общих и отличающихся признаков, характерных для каждого из вариантов, позволяет достигать приемлемой для практики достоверности прогнозирования и принятия целесообразных решений.

Основная часть

Рассмотрим особенности стохастической оценки достоверности прогнозирования четырех вариантов развития вооружения и военной техники (ВВТ) при гипотезах о реализации вариантов, пересекающихся попарно, по двум признакам: P_1 и P_2 .

Признак P_1 – ожидаемые затраты на разработку и внедрение образцов техники, увеличивающих маневренность ВДВ на поле боя и мобильность их передислокации.

Признак P_2 – ожидаемые затраты на разработку и внедрение образцов нового вооружения и техники ВДВ: для обеспечения устойчивой связи, разведки, огневого воздействия; разминирования дорог; спасения раненых и т. п. Варианты реализации вариантов развития ВВТ:

- 1) малый уровень намечаемых затрат и на обеспечение маневренности, и на оснащение образцами нового вооружения;
- 2) малый уровень намечаемых затрат на увеличение маневренности и большой уровень намечаемых затрат на оснащение образцами нового вооружения;
- 3) большой уровень намечаемых затрат и на увеличение маневренности, и на оснащение образцами нового вооружения;
- 4) большой уровень намечаемых затрат на увеличение маневренности и малый уровень

намечаемых затрат на оснащение образцами нового вооружения.

В условиях неопределенностей случайного характера относительно действительных уровней вложения средств в реализацию каждого из вариантов, задача сводится к определению (по результатам оценки намечаемых уровней вложения средств) значений вероятности правильного прогнозирования и условных вероятностей ошибок прогнозирования реализации каждого из вариантов оснащения войск необходимыми техническими средствами. Характеристики вариантов, подлежащих реализации:

1) этому варианту пессимистического решения соответствует: малый уровень признака P_1 – вложений в увеличение маневренности и малый уровень признака P_2 – вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения;

2) этому варианту консервативного решения соответствует: малый уровень признака P_1 – вложений в увеличение маневренности и большой уровень признака P_2 – вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения;

3) этому варианту прогрессивного оптимистического решения соответствует: большой уровень признака P_1 – вложений в увеличение маневренности и большой уровень признака P_2 – вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения;

4) этому варианту оптимистического решения соответствует: большой уровень признака P_1 – вложений в увеличение маневренности и малый уровень признака P_2 – вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения.

В силу недостаточной различимости прогнозируемых классов по каждому из признаков, наблюдаемое значение признака P_1 – уровень ожидаемых вложений в увеличение маневренности, позволяет высказать лишь две гипотезы:

A_1 (P_1 – малого уровня) – реализуется вариант 1 малого уровня вложений в увеличение маневренности (случай 1.1) или вариант 2 малого уровня вложений в увеличение маневренности (случай 1.2);

A_2 (P_1 – большого уровня) – реализуется вариант 3 большого уровня вложений в увеличение маневренности, (случай 2.2) или вариант 4 большого уровня вложений в увеличение маневренности, (случай 2.1).

Аналогично, наблюдаемое значение признака P_2 – уровень ожидаемых вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения, позволяет судить о справедливости одной из двух следующих гипотез:

B_1 (P_2 – малого уровня) – реализуется вариант 1 вложений малого уровня в оснащение ВДВ образцами нового вооружения (случай 1.1) или вариант 4 малого уровня вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения (случай 2.1);

B_2 (P_2 – большого уровня) – реализуется вариант 2 вложений большого уровня в оснащение ВДВ образцами нового вооружения, (случай 1.2) или реализуется вариант 3 большого уровня вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения (случай 2.2).

Условные плотности вероятностей значений признаков, при справедливости введенных гипотез, будем считать известными функциями, которые обозначим: $f_1(P_1 / A_1)$, $f_2(P_1 / A_2)$ и $\varphi_1(P_2 / B_1)$, $\varphi_2(P_2 / B_2)$ для гипотез A_1 , A_2 , и B_1 , B_2 соответственно.

Эти плотности вероятностей имеют вид распределения Релея. В этом нетрудно убедиться. Действительно, по опыту известно снижение вероятности принятия неправильного решения о реализуемости варианта вложения средств по мере роста абсолютного значения признака, который

характеризует вариант в условиях факторов, мешающих принятию решений. Эта зависимость носит экспоненциальный характер в виде:

$$F_i(P_1) = \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad (1)$$

$$\Phi_j(P_2) = \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], \quad j = 1, 2, \quad (2)$$

где $1/(2\alpha^2)$, $1/(2\beta^2)$ – скорости снижения вероятностей.

Тогда вероятности принятия правильных решений имеют вид:

$$1 - F_i(P_1) = 1 - \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad (3)$$

$$1 - \Phi_j(P_2) = \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], \quad j = 1, 2 \quad (4)$$

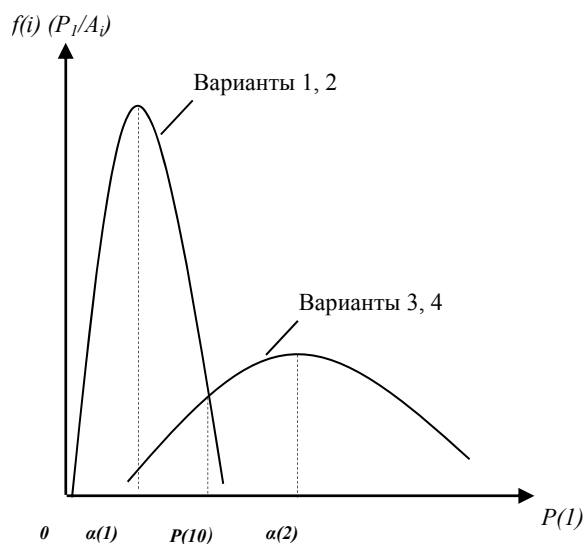
Отсюда получаем искомые плотности этих вероятностей (распределения Релея) в виде:

$$f_i\left(\frac{P_1}{A_i}\right) = \frac{P_1}{\alpha_i^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad (5)$$

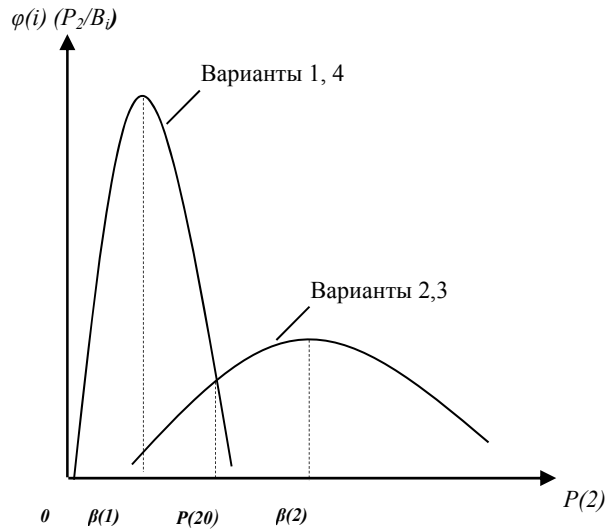
$$\varphi_j\left(\frac{P_2}{B_j}\right) = \frac{P_2}{\beta_j^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], \quad i = 1, 2, \quad (6)$$

что и требовалось показать.

Эти распределения приведены на рисунках 1, 2.



**Рис. 1 – Плотности вероятностей признаков прогнозирования реализации:
1-го, 2-го и 3-го, 4-го вариантов оснащения ВДВ**



**Рис. 2 – Плотности вероятностей признаков прогнозирования реализации:
1-го, 4-го и 2-го, 3-го вариантов оснащения ВДВ**

Каждая из гипотез A_i , B_j ($i=1,2$; $j=1,2$) является объединением двух гипотез, выбираемых из следующего множества гипотез (случаев):

C_{11} – случай 1.1 (пессимистическое решение о реализации варианта 1 (малого уровня вложений и в увеличение маневренности, и в оснащение ВДВ образцами нового вооружения);

C_{12} – случай 1.2 (консервативное решение о реализации варианта 2 (малого уровня вложений в увеличение маневренности и большого – в оснащение ВДВ образцами нового вооружения);

C_{21} – случай 2.1 (оптимистическое решение о реализации варианта 4 (большого уровня вложений в увеличение маневренности и малого – в оснащение ВДВ образцами нового вооружения).

C_{22} – случай 2.2 (прогрессивное решение о реализации варианта 3 (большого уровня вложений в увеличение маневренности и большого уровня вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения).

При этом имеют место следующие объединения:

$$A_1 = C_{11} \cup C_{12}; \quad (7)$$

$$A_2 = C_{22} \cup C_{21}; \quad (8)$$

$$B_1 = C_{11} \cup C_{21}; \quad (9)$$

$$B_2 = C_{12} \cup C_{22}. \quad (10)$$

Наблюдаемые значения признаков P_1 , P_2 считаются статистически независимыми, что справедливо при слабом влиянии искажающих случайных общих факторов на результаты инвестирования средств.

Из введенных четырех гипотез A_i , B_j ($i=1,2$; $j=1,2$) можно получить гипотезы C_{ij} как пересечения соответствующих гипотез A_i , B_j , а именно:

$$C_{ij} = A_i \cap B_j, (i=1,2; j=1,2) \quad (11)$$

с двумерными условными плотностями вероятностей признаков P_1 и P_2 в виде:

$$\Psi_{ij}\left(\frac{P_1}{A_i}, \frac{P_2}{B_j}\right) = f_i\left(\frac{P_1}{A_i}\right) \cdot \varphi_j\left(\frac{P_2}{B_j}\right) \\ i = 1, 2, j = 1, 2 \quad (12)$$

Достоверности прогнозирования каждой из прогнозируемых ситуаций (реализации вариантов оснащения ВДВ), путем сравнения располагаемых значений признаков P_1 и P_2 с соответствующими порогами P_{10} и P_{20} выбранными, например, по критерию «идеального наблюдателя», нетрудно оценить, вычисляя вероятности принятия правильных решений и ошибок прогнозирования каждой из этих ситуаций. Условные плотности вероятностей правильного прогнозирования и ошибок прогнозирования образуют матрицу:

$$\begin{pmatrix} F_{11}^{11} & F_{12}^{11} & F_{21}^{11} & F_{22}^{11} \\ F_{11}^{12} & F_{12}^{12} & F_{21}^{12} & F_{22}^{12} \\ F_{11}^{21} & F_{12}^{21} & F_{21}^{21} & F_{22}^{21} \\ F_{11}^{22} & F_{12}^{22} & F_{21}^{22} & F_{22}^{22} \end{pmatrix}, \quad (13)$$

где элементы матрицы представляют собой количественную оценку условных плотностей вероятности:

F_{11}^{11} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 1, численно равная вероятности совместной справедливости гипотез A_1 и B_1 ;

F_{12}^{11} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 1, из-за общности гипотезы A_1 как для первого, так и для второго вариантов, равная вероятности справедливости гипотезы A_1 и несправедливости гипотезы B_1 ;

F_{21}^{11} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 1, из-за общности гипотезы B_1 как для первого, так и для четвертого вариантов, равная вероятности справедливости гипотез B_1 и несправедливости гипотезы A_1 ;

F_{22}^{11} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 1, равная вероятности совместной несправедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_1 ; это событие совместной несправедливости дополняет события, перечисленные выше, до полной группы событий с гипотезами A_1 и B_1 ;

F_{11}^{12} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 2, равная вероятности совместной справедливости гипотезы A_1 и несправедливости гипотезы B_2 ;

F_{12}^{12} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 2, численно равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_2 ;

F_{21}^{12} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 2, равная вероятности несправедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_2 ;

F_{22}^{12} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 2, равная вероятности несправедливости гипотезы A_1 и справедливости гипотезы B_2 ;

F_{11}^{21} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 4, равная вероятности справедливости гипотезы B_1 и несправедливости гипотезы A_2 ;

F_{12}^{21} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 4, равная вероятности совместной несправедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_1 ;

F_{21}^{21} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 4, численно равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_1 ;

F_{22}^{21} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 4, равная вероятности справедливости гипотезы A_2 и несправедливости гипотезы B_1 ;

F_{11}^{22} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 3, равная вероятности несправедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_2 ;

F_{12}^{22} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 3, равная вероятности несправедливости гипотезы A_2 и справедливости гипотезы B_2 ;

F_{21}^{22} – вероятность ошибки прогнозирования реализации варианта 3, равная вероятности справедливости гипотезы A_2 и несправедливости гипотезы B_2 ;

F_{22}^{22} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 3, равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_2 .

При этом, в силу независимости реализаций признаков P_1 и P_2 , каждый элемент матрицы F представляет собой произведение вероятностей в виде

$$F_{kl}^{ij} = R_k^i \cdot N_l^j, \quad i, j, k, l \in \{1, 2\}, \quad (14)$$

где R_1^1 – вероятность справедливости гипотезы A_1 , равная:

$$R_1^1 = \int_0^{P_{10}} f_1(x / A_1) dx; \quad (15)$$

N_1^1 – вероятность справедливости гипотезы B_1 , равная:

$$N_1^1 = \int_0^{P_{20}} \varphi_1(y / B_1) dy; \quad (16)$$

R_2^1 – вероятность несправедливости гипотезы A_1 , равная:

$$R_2^1 = 1 - R_1^1; \quad (17)$$

N_2^1 – вероятность несправедливости гипотезы B_1 , равная:

$$N_2^1 = 1 - N_1^1; \quad (18)$$

R_1^2 – вероятность несправедливости гипотезы A_2 , равная:

$$R_1^2 = \int_0^{P_{10}} f_2(x / A_2) dx; \quad (19)$$

R_2^2 – вероятность справедливости гипотезы A_2 , равная:

$$R_2^2 = 1 - R_1^2; \quad (20)$$

N_1^2 – вероятность несправедливости гипотезы B_2 , равная:

$$N_1^2 = \int_0^{P_{20}} \Phi_2(y/B_2) dy; \quad (21)$$

N_2^2 – вероятность справедливости гипотезы B_2 , равная:

$$N_2^2 = 1 - N_1^2. \quad (22)$$

Следовательно, матрицу F можно представить в общем окончательном виде:

$$F = \begin{pmatrix} R_1^1 N_1^1 & R_1^1 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^1) N_1^1 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^1) \\ R_1^1 N_1^2 & R_1^1 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^1) N_1^2 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^2) \\ R_2^1 N_1^1 & R_2^1 (1 - N_1^1) & (1 - R_2^1) N_1^1 & (1 - R_2^1) (1 - N_1^1) \\ R_2^1 N_1^2 & R_2^1 (1 - N_1^2) & (1 - R_2^1) N_1^2 & (1 - R_2^1) (1 - N_1^2) \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Видно, что матрица (23) (назовем ее матрицей достоверности прогнозирования реализации вариантов оснащения ВДВ вооружением и военной техникой) является стохастической; сумма элементов каждой ее строки равняется единице.

Учитывая конкретный вид (5, 6) функций f_i и Φ_j , получаем условные вероятности в виде:

$$R_1^1 = \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{\alpha_1^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_1^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; \quad (24)$$

$$R_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; \quad (25)$$

$$N_1^1 = \int_0^{P_{20}} \frac{P_2}{\beta_1^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_1^2}\right] dP_2 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; \quad (26)$$

$$N_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; \quad (27)$$

$$R_1^2 = \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{\alpha_2^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_2^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; \quad (28)$$

$$R_2^2 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; \quad (29)$$

$$N_1^2 = \int_0^{P_{20}} \frac{P_2}{\beta_2^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_2^2}\right] dP_2 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]; \quad (30)$$

$$N_2^2 = \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]. \quad (31)$$

При применении далее критерия «идеального наблюдателя» значения порогов P_{10} и P_{20} могут быть найдены путём решения уравнений:

$$f_1\left(\frac{P_{10}}{A_1}\right) = f_2\left(\frac{P_{10}}{A_2}\right); \quad (32)$$

$$\varphi_1\left(\frac{P_{20}}{B_1}\right) = \varphi_2\left(\frac{P_{20}}{B_2}\right). \quad (33)$$

Эти решения имеют вид:

$$P_{10} = 2\alpha_1\alpha_2 \left[\frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2} \right]^{0.5}; \quad (34)$$

$$P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0.5}. \quad (35)$$

Таким образом, если параметры распределений f_i и φ_j , $i=1,2$; $j=1,2$, известны, то элементы матрицы достоверности тоже известны, что позволяет извлечь из неё полную информацию о вероятностях правильного прогнозирования и ошибках прогнозирования реализуемости вариантов оснащения ВДВ. Так, вероятности правильного прогнозирования реализации каждого из вариантов, согласно (23), равняются:

- 1) первого варианта – $R_1^1 N_1^1$;
- 2) второго варианта – $R_1^1 (1 - N_1^2)$;
- 3) третьего варианта – $(1 - R_1^2)(1 - N_1^2)$;
- 4) четвертого варианта – $(1 - R_1^2) N_1^1$.

Безусловная вероятность правильного прогнозирования реализации вариантов пропорциональна сумме диагональных элементов матрицы достоверности и при равновероятных априорных вероятностях реализации вариантов равняется:

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2)(1 - N_1^2)], \quad (36)$$

а безусловная вероятность ошибки прогнозирования имеет вид:

$$Q = 1 - D. \quad (37)$$

Перейдем далее к определению целесообразного уровня затрат на обеспечение живучести ВДВ путем компромиссного учета (по критерию идеального наблюдателя) плотностей вероятностей 1-го и 3-го вариантов реализации затрат на улучшение маневренности и на оснащение ВДВ образцами нового вооружения, поскольку плотности вероятностей именно этих вариантов пересекаются и в пространстве параметров P_1 , и в пространстве параметров P_2 . Следовательно, полусумма пороговых уровней критерия идеального наблюдателя, вычисленных согласно формулам (34, 35), которые соответствуют указанным распределениям, является целесообразным, компромиссным, уровнем P^* затрат на обеспечение живучести ВДВ, а именно,

$$P^* = (P_{10} + P_{20})/2 = \left\{ \alpha_1\alpha_2 \left[\frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2} \right]^{0.5} + \beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0.5} \right\}. \quad (38)$$

Пример

Пусть опытным путем установлено, что наиболее вероятные значения признаков каждого из вариантов реализации оснащения ВДВ вооружением и техническими средствами известны и равняются:

- для варианта 1 и для варианта 2 средний ожидаемый (наиболее вероятный) уровень вложений увеличение маневренности ВДВ является малым и равняется (в условных единицах) $\alpha_1 = 0,041$;
- для варианта 3 и для варианта 4 средний ожидаемый (наиболее вероятный) уровень вложений в увеличение маневренности – большой и равняется $\alpha_2 = 0,653$;
- для варианта 1 и для варианта 4 средний ожидаемый (наиболее вероятный) уровень вложений в оснащение ВДВ новым вооружением – невелик и равняется $\beta_1 = 0,301$;
- для варианта 2 и для варианта 3 средний (наиболее вероятный) уровень вложений в оснащение ВДВ образцами нового вооружения – большой и равняется $\beta_2 = 0,778$.

Требуется определить по результатам измерения признаков:

- а) значения вероятностей правильного прогнозирования и условных вероятностей ошибок прогнозирования реализации каждого из вариантов, если фактическое значение каждого признака (вложения средств) обычно имеет отклонение от ожидаемого и распределено по закону Релея;
- б) определить элементы матрицы достоверности, имея в виду реально возможное попарное совпадение распределений признаков для прогнозирования реализации вариантов;
- в) значения условных вероятностей ошибок прогнозирования каждого варианта;
- г) значения безусловной вероятности правильного прогнозирования, если известно, что априорные вероятности реализации вариантов соизмеримы;
- д) значения безусловной вероятности ошибочного прогнозирования;
- е) целесообразный, компромиссный, уровень P^* затрат на обеспечение живучести ВДВ.

Решение

Согласно (34, 35) пороговые значения распределений признаков равняются:

$$P_{10} = 2\alpha_1\alpha_2 \left[\frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2} \right]^{0.5} = 0,14;$$

$$P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0.5} = 0,7;$$

а) в соответствии с (23-31) вероятности правильного прогнозирования реализации вариантов оснащения ВДВ вооружением и техническими средствами равняются:

$$1) R_1^1 N_1^1 = 0,888;$$

$$2) R_1^1 (1 - N_1^2) = 0,870;$$

$$3) (1 - R_1^2)(1 - N_1^2) = 0,855;$$

$$4) (1 - R_1^2)N_1^1 = 0,873.$$

б) согласно (23) с учетом (24-31) матрица F достоверности прогнозирования объектов имеет вид:

$$F = \begin{pmatrix} 0,888 & 0,107 & 0,004 & 0,001 \\ 0,126 & 0,870 & 0,001 & 0,003 \\ 0,019 & 0,003 & 0,873 & 0,105 \\ 0,003 & 0,019 & 0,123 & 0,855 \end{pmatrix};$$

в) в соответствии с (36), учитывая (24-31), находим безусловную вероятность правильного прогнозирования реализации всей совокупности вариантов $D = 0,87$;

г) вероятность ошибочного прогнозирования совокупности вариантов реализации направлений развития ВВТ согласно (37) равна $Q = 1 - D = 0,13$;

д) вероятности ошибочного прогнозирования вариантов конкретного номера определяются суммированием вероятностей ошибок соответствующей строки матрицы достоверности (23), а именно, недиагональных элементов строки. Получаем безусловные вероятности ошибок в виде:

1) для варианта 1

$$Q_1 = F_{12}^{11} + F_{21}^{11} + F_{22}^{11} = 0,111;$$

2) для варианта 2

$$Q_2 = F_{11}^{12} + F_{21}^{12} + F_{22}^{12} = 0,130;$$

3) для варианта 3

$$Q_3 = F_{11}^{22} + F_{12}^{22} + F_{21}^{22} = 0,127;$$

4) для варианта 4

$$Q_4 = F_{11}^{21} + F_{21}^{21} + F_{22}^{21} = 0,145;$$

е) целесообразный, компромиссный, уровень P^* затрат на обеспечение живучести ВДВ равняется

$$P^* = (0,14 + 0,70) / 2 = 0,42.$$

Выводы

Рассмотренный метод стохастической оценки достоверности прогнозирования вариантов оснащения ВДВ вооружением и техническими средствами, позволяет получить достаточно достоверную информацию даже в случае попарной неразличимости признаков вариантов, а также позволяет вычислить целесообразный уровень затрат, который направлен и на обеспечение маневренности, и на обеспечение огневой мощи ВДВ, и на обеспечение живучести подразделений ВДВ и их вооружения.

Список использованных источников

1. Морозов А. О. Основні проблеми інформатизації ЗС України на сучасному етапі / А. О. Морозов, Г. Е. Кузьменко, А. Д. Яровий // *Наука і оборона*. 2004. – № 3. – С. 16–21.
2. Герасименко В. П. Розвиток тактики на основі досвіду локальних війн і збройних конфліктів / В. П. Герасименко, І. С. Цібулько, А. І. Андросов // *Наука і оборона*. 2004. – № 3. – С. 29–32.
3. Нетрадиційна зброя. Стан і основні тенденції розвитку. Захист від неї / За ред. О. П. Ковтуненко. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗС України, 2004. – 220 с.
4. Овсяннікова Т. М. Наслідки дії електромагнітної зброї на людину / Т. М. Овсяннікова // *Труди університету*. 2012. – № 7(113). – С. 243–248.

5. Борисик С. Л. Аналіз характеру впливу фізико-географічних умов місцевості на реалізацію бойових можливостей військових підрозділів / С. Л. Борисик // Труды університету, 2012. – № 7(113). – С. 249–254.
6. Саркисян С. А. Теория прогнозирования и принятия решений / С. А. Саркисян. – М. : – Сов. радио, 1977. – 355 с.
7. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М. : Знание, 1978. – 290 с.
8. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений / Д. Марси. Реф. сб. «Экономика промышленности», 1980. – №1 – С. 22–27.
9. Райфа Г. Анализ решений / Г. Райфа. – М. : Изд. Московского университета, 1977. – 186 с.

Рецензент: Скачков В.В., д.т.н., проф., Военная академия (г. Одесса)

МЕТОД ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИЛ І ЗАСОБІВ ВИСОКОМОБІЛЬНИХ ДЕСАНТНИХ ВІЙСЬК НА ОСНОВІ КОМПРОМІСУ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ МАНЕВРЕНОСТІ І ВОГНЯНОЇ ПОТУЖНОСТІ

В.І. Дяченко, Б.О. Дем'янчук, Ж.О. Хижняк

Вибирається варіант забезпечення живучості високомобільних десантних військ за критерієм ідеального спостерігача шляхом компромісу між показниками забезпечення їх маневреності і вогняної потужності з урахуванням варіантів їх реалізації, що мають максимальні значення вірогідності при пересічних гіпотезах розподілу випадкових початкових даних про витрати на розвиток кожного з альтернативних варіантів.

Ключові слова: альтернативні варіанти оснащення, закони розподілу витрат на забезпечення озброєнням і технікою, прогнозування реалізації при пересічних гіпотезах, стохастична матриця достовірностей реалізації варіантів оснащення.

METHOD OF CHOICE OF VARIANTS OF PROVIDING THE VITALITY OF FORCES AND FACILITIES OF THE AIR MOBILE BRIGADE ON BASIS OF COMPROMISE BETWEEN INDEXES OF PROVIDING OF THEIR MANOEUVRABILITY AND FIRE POWER

V.I. Dyachenko, B.O. Demyanchuk, Z.O. Khyzhnyak

The variant of providing the vitality of the Air Mobile Brigade gets out on the criterion of ideal observer by a compromise between the indexes of providing of their manoeuvrability and fire power taking into account the variants of their realization, having maximal values of probabilities at intersecting hypotheses about distributing of casual basic data about expenses on development each of alternative variants.

Keywords: alternative variants of equipment, laws of distributing the expenses on providing an armament and technique, prognostication of realization using intersecting hypotheses, stochastic matrix of trullity of realization the variants of equipment.