

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТЕЙ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
ВНУТРЕННИХ ВОЙСК МВД УКРАИНЫ**

В.И. Воробьев, д.в.н., проф. В.П. Городнов, О.В. Фык

Введены новые типы таксономических признаков. Сформирован отмеченный в заголовке статьи показатель. Приводится формульная схема и алгоритм расчета значений показателя.

Постановка проблемы. Состав задач, выполняемых частями и подразделениями внутренних войск (ВВ) МВД Украины в соответствии с Законом [1], включает охрану специальных объектов, сопровождение грузов, задержание преступников, патрулирование населенных пунктов и другие. Результаты выполнения этих задач могут оцениваться разными показателями (табл. 1), каждый из которых характеризует одну или несколько особенностей процесса применения частей и подразделений, не исчерпывая весь перечень его свойств, так как данный процесс является многомерным. Обоснованный выбор лучшего варианта применения войск связан с необходимостью общей оценки эффективности варианта применения частей и подразделений.

В таком случае возникает проблема сопоставления 2-х или более многомерных объектов. При этом некоторые показатели первого объекта могут быть более привлекательными, например вероятность выполнения задач, а другие, например, расход горюче-смазочных материалов и т.п., – могут иметь существенно более худшие значения.

В общем случае набор частных показателей, характеризующих разные стороны эффективности применения частей ВВ, может быть различным и представлен в табл. 1. Одним из свойств набора показателей является их несогласованность, в основе которой лежит известный “баланс” достоинств и недостатков – за каждое преимущество приходится чем-то платить. В итоге, оценка эффективности становится многокритериальной, когда желательное увеличение значений одних показателей ведет к нежелательному изменению других и затрудняет выбор компромиссного решения.

Анализ литературы. Одним из методов анализа многокритериальных

процессов является метод таксономии [2], ориентированный на исследование объектов с большим числом разнородных признаков по разному влияющих на “эффективность” этих объектов. Признаки, способствующие росту эффективности объекта, в таксономии относят к классу стимуляторов, а признаки, тормозящие этот рост – к классу дестимуляторов.

Однако при оценке вариантов применения частей и подразделений ВВ такая классификация не является удовлетворительной, так как есть признаки, меняющие направление своего влияния на эффективность варианта в зависимости от своего числового значения и поэтому легко переходящие из класса стимуляторов в класс дестимуляторов и наоборот.

Таблица 1

Показатели эффективности применения подразделений
внутренних войск (вариант)

№ п/п	Влияние	Обозначение	Название показателя, диапазон значений
1	+=	N	Общее количество военнослужащих по штату
2	+	Q	Суммарный выполненный объем службы за год
3	+	N _к	Число военнослужащих по контракту
4	+=	Q	Процент укомплектованности штатов
5	+=	Q _{см}	Максимальный суточный объем боевой службы
6	+=	M _{зн}	Среднее число личного состава, занятого службой
7	-	P _{отк}	Вероятность отказа в выделении нарядов
8	+	P _{впл}	Вероятность выделения нарядов и выполнения задач
9	+=	K _{зн.общ}	Коэффициент общей занятости личного состава
10	+=	K _{зн.прдк}	Коэффициент занятости нарядов в охране общественного порядка
11	+=	K _{зн.спц}	Коэффициент занятости нарядов в охране спец. объектов
12	-	L _{тр}	Уровень травматизма личного состава
13	-	T _{зд.ср}	Среднее время задержания преступников
14	-	N _{чп.общ}	Количество чрезвычайных происшествий за год
15	-	N _{нр.чп}	Количество нарядов с чрезвычайными происшествиями по вине личного состава
16	-	K _{а/тр}	Коэффициент использования автотранспорта и специальной техники
17	-		Расход горюче-смазочных материалов
18	+, -..	X ₁	Другие показатели

Так, например коэффициент (K_{зн.общ}, табл. 1) общей занятости личного состава при малых значениях свидетельствует о неэффективности варианта выбора дислокации частей ВВ и для повышения эффективности варианта эти значения желательно увеличивать, а данный показатель следует относить к классу стимуляторов. Однако, если весь личный состав только и занимается тем, что несет службу (значение коэффициента

близко к единице), то в таком режиме возникает перенапряжение личного состава и снижение качества решения задач. Тогда для повышения эффективности применения частей ВВ значение данного коэффициента следует снижать, что определяет его принадлежность к классу дестимуляторов. В итоге рассмотренный коэффициент может быть стимулятором или дестимулятором в зависимости от своего текущего значения. Формирование показателя уровня эффективности многомерных процессов для таких условий в литературе не приводится.

Цель статьи. Целью статьи является разработка формульной и алгоритмической схемы расчета значений таксономического показателя уровня эффективности вариантов применения частей и подразделений внутренних войск с учетом неоднозначности направлений желательных изменений, объединяемых в составе показателя частных характеристик вариантов.

Раздел основного материала. В связи с отмеченными особенностями вначале рассмотрим, а затем модернизируем элементы метода таксономии в направлении учета существенных свойств вариантов применения частей ВВ.

Для сокращения записи назовем многомерный вариант применения частей внутренних войск многомерной единицей или просто “единицей”.

Характеристики многомерной единицы представляются осями координат в пространстве характеристик, а конкретные значения этих характеристик являются элементами вектора, определяющего положение единицы в многомерном пространстве своих характеристик. Если число таких характеристик равно n , то пространство и вектор являются n -мерными.

Основным понятием в таксономических методах является таксономическое *расстояние* (d), под которым понимают расстояние между точками многомерного пространства. Если координаты первой единицы (точки) заданы вектором $X_1 = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n})$, а координаты второй единицы (точки) заданы вектором $X_2 = (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n})$, то расстояние d между этими точками может быть оценено так:

$$d = \sqrt{(x_{11} - x_{21})^2 + (x_{12} - x_{22})^2 + \dots + (x_{1n} - x_{2n})^2} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{1j} - x_{2j})^2} .$$

Если точек больше двух, то найденные расстояния позволяют определить положение каждой точки относительно остальных точек, выполнить их упорядочение и классификацию. С этой целью исходным шагом является формирование матрицы X размерности $(m \times n)$ значений характеристик (признаков) многомерных единиц. Такая матрица содержит наибо-

лее полную характеристику изучаемого множества единиц и имеет вид:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где m – число единиц n -мерного пространства, равно числу строк матрицы; n – число признаков каждой единицы, равно числу столбцов матрицы; x_{ij} – значение признака номер j для единицы номер i .

Признаки в матрице (1) описывают разные свойства объектов, имеют разные размерности и между собой не сравнимы. Поэтому для дальнейшего анализа необходимо выполнить стандартизацию признаков путем перехода к их центрированным безразмерным значениям z_{ij} :

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - m_j}{\sigma_j}, \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n, \quad (2)$$

где $m_j = \bar{x}_j$ – оценка математического ожидания признака x_{ij} ; σ_j – оценка среднего квадратического отклонения (СКО) признака x_{ij} :

$$\bar{x}_j = m_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}; \quad \sigma_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - m_j)^2}.$$

В результате преобразования каждого значения x_{ij} j -го признака исходная матрица (1) примет вид:

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1j} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2j} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{i1} & z_{i2} & \dots & z_{ij} & \dots & z_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mj} & \dots & z_{mn} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где все элементы матрицы z_{ij} имеют нулевое значение математического ожидания и единичное значение – дисперсии.

После стандартизации переменных, перейдем к расчету элементов c_{ik} уже квадратной матрицы ($m \times m$) расстояний между всеми m единицами (строками) исходной совокупности (матрицы (3)).

Для оценки расстояния между i -й строкой и k -й используем выражение:

$$c_{ik} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_{kj})^2}.$$

В итоге получим симметричную относительно главной диагонали матрицу C расстояний между многомерными единицами множества единиц:

$$C = \begin{pmatrix} 0 & c_{12} & \dots & c_{1k} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & 0 & \dots & c_{2k} & \dots & c_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{i1} & c_{i2} & \dots & 0 & \dots & c_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mk} & \dots & 0 \end{pmatrix}.$$

Для формирования показателя уровня эффективности варианта применения частей ВВ сначала введем понятие идеального или “эталонного” в смысле значений введенных признаков, варианта применения. С этой целью в дополнение к известным в таксономии классам признаков – стимуляторов и дестимуляторов определим классы признаков “экстрематоров” и положим:

1) стимуляторы – признаки, положительно влияющие на уровень развития (или на эффективность) каждой изучаемой единицы совокупности (эти признаки образуют множество I_C , их высокие значения желательны с точки зрения выбранного аспекта исследований, отметим их знаком “+”);

2) дестимуляторы – признаки, тормозящие развитие (или снижающие эффективность) единиц совокупности, (эти признаки образуют множество I_D , их низкие значения желательны с точки зрения выбранного аспекта исследований), отметим их знаком “-”;

3) *экстрематоры*-стимуляторы – признаки, *положительное* влияние которых на уровень развития изучаемой многомерной единицы не является монотонным и может иметь свойства стимулятора в случае, когда значения признаков находятся слева от оптимальных значений ($x_{j,extr}$), и свойства дестимулятора в противном случае (эти признаки образуют множество $I_{\Sigma C}$, их значения тем более *желательны*, чем эти значения *ближе* к оптимальным, с точки зрения выбранного аспекта исследований), отметим их знаком “=+”;

4) *экстрематоры*-дестимуляторы – признаки, *отрицательное* влияние которых на уровень развития изучаемой многомерной единицы не является монотонным и может иметь свойства стимулятора в случае, когда значения признаков находятся справа от оптимальных значений

($x_{j,\text{extr}}$), и свойства дестимулятора в противном случае (эти признаки образуют множество $I_{\text{ЭД}}$, их значения тем более *желательны*, чем эти значения *дальше* от экстремальных), будем отмечать эти признаки знаком “= -”).

В соответствии с формулой (2) стандартизованная (безразмерная) величина оптимального значения признака ($z_{j,\text{ekstr}}$), относящегося к классу экстрематоров, должна быть найдена по формуле

$$z_{j,\text{extr}} = \frac{x_{j,\text{extr}} - m_j}{\sigma_j}, \quad j = 1, \dots, n.$$

Для каждого j -го признака в его столбце матрицы стандартизованных признаков (3) находим “лучшее” значение признака z_{0j} среди всех m единиц:

$$z_{0j} = \begin{cases} \max_i z_{ij}, & \text{если } j \in I_C \text{ (стимулятор);} \\ \min_i z_{ij}, & \text{если } j \in I_D \text{ (дестимулятор);} \\ \min_i |z_{j,\text{extr}} - z_{ij}|, & \text{если } j \in I_{\text{ЭС}} \text{ (экстрематор - стимулятор);} \\ \max_i |z_{j,\text{extr}} - z_{ij}|, & \text{если } j \in I_{\text{ЭД}} \text{ (экстрематор - дестимулятор).} \end{cases}$$

Для наглядности “лучшие” значения признаков можно поместить под столбцами матрицы стандартизованных признаков:

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1j} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2j} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{i1} & z_{i2} & \dots & z_{ij} & \dots & z_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mj} & \dots & z_{mn} \end{pmatrix}; \quad (4)$$

$$Z_{\text{Э}} = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0j}, \dots, z_{0n}).$$

В этом случае “эталоном эффективности” будет условная точка (единица совокупности) $Z_{\text{Э}}$ с n координатами “лучших” значений:

$$Z_{\text{Э}} = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}).$$

Далее рассчитаем расстояние c_{i0} от каждой i -й многомерной единицы-точки исследуемой совокупности до точки – эталона эффективности, среднее значение расстояния до точки – эталона эффективности

$$c_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - z_{0j})^2}, \quad (i = 1, 2, \dots, m); \quad \bar{c}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m c_{i0},$$

и оценку среднего квадратического отклонения этого расстояния

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (c_{i0} - \bar{c}_0)^2}.$$

При условии нормального распределения случайной величины расстояния c_{i0} каждой многомерной единицы до точки-эталона, следует ожидать, что 97, 58 % всех значений расстояний окажутся [3] не более величины c_0 :

$$c_0 = \bar{c}_0 + 2\sigma_0, \quad (5)$$

что позволяет использовать величину c_0 для нормировки расстояний (удаленности) каждой единицы совокупности от “эталонной” точки.

Показатель уровня эффективности вариантов применения частей ВВ должен включать все признаки варианта, то есть быть синтетической равнодействующей величиной. Его численное значение для каждой единицы найдем с применением стандартизованной матрицы (4) признаков, как относительную величину расстояния каждой единицы совокупности от найденного синтетического “эталона” эффективности варианта применения частей ВВ:

$$d_i^* = \frac{c_{i0}}{c_0}; \quad 0 \leq d_i^* \leq 1. \quad (6)$$

В силу формулы (6) интерпретация значений данного показателя может быть следующей: чем меньше значение данного показателя уровня эффективности для i -й единицы, тем более высокой является эффективность данной i -й многомерной единицы. Алгоритм метода расчета значений этого показателя представлен на рис. 1.

Противоположность направлений изменения значений показателя и выводов об уровне эффективности является неудобной, поэтому учтем отмеченную интерпретацию и введем следующее выражение для показателя уровня эффективности i -го варианта применения частей ВВ:

$$d_i = 1 - c_{i0} / c_0. \quad (7)$$

Интерпретируется показатель следующим образом: данный i -й вариант применения частей ВВ тем более эффективен, чем ближе значение показателя уровня эффективности к единице. Отмеченный показатель (7) позволяет сравнивать разные варианты применения частей ВВ с точки зрения совокупности всех введенных (табл. 1) и иных частных показателей и характеристик.

Полученные выражения отражают взаимосвязь характеристик варианта применения частей ВВ и являются моделью показателя уровня эффективности варианта применения частей ВВ.



Рис. 1. Алгоритм метода расчета значений показателя уровня эффективности варианта применения частей и подразделений ВВ

Динамическая характеристика одного многомерного варианта применения частей ВВ может быть получена, если в качестве единиц совокупности исследовать не множество разных вариантов, а один и тот же вариант, но в разные моменты времени.

В этом случае показатель уровня эффективности в сводной форме представляет направление и масштаб изменений изучаемого набора признаков и всего варианта применения частей ВВ в целом, что позволяет отобразить изменения графически с учетом временной оси и одновременно, позволяет направленно и осознанно решать вопросы управления применением частей ВВ с точки зрения выделенных наиболее существенных ее характеристик и параметров.

Выводы. В данной статье получены формульная и алгоритмическая схемы расчета таксономического показателя уровня эффективности применения частей и подразделений внутренних войск МВД Украины с учетом линейного и нелинейного влияния изменений частных показателей. В дальнейшем целесообразным является проведение исследований в интересах выбора конкретной системы наиболее существенных частных показателей вариантов применения частей и подразделений внутренних войск МВД Украины, что позволит перейти к разработке практических схем оценок эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України. Про внутрішні війська Міністерства внутрішніх справ України. Відомості Верховної Ради (ВВР) 1992, № 29, ст. 397.
2. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 176 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

Поступила 11.07.2003

ВОРОБЬЕВ Владимир Иванович, Донецкий институт внутренних дел МВД Украины, проректор по заочному обучению. В 1983 году окончил военную академию им. М.В. Фрунзе. Область научных интересов – оценка эффективности и оптимизация организации выполнения задач частями и подразделениями внутренних войск МВД Украины в зоне ответственности территориального командования.

ГОРОДНОВ Вячеслав Петрович, доктор. воен. наук, профессор, профессор кафедры Харьковского военного университета. В 1965 году окончил Минское высшее инженерное зенитное ракетное училище. Область научных интересов – моделирование конфликтных и иных процессов.

ФЫК Ольга Вячеславовна, старший преподаватель кафедры Харьковского военного университета. В 2001 году окончила Харьковский государственный экономический университет. Область научных интересов – оценка экономической и иной эффективности многопараметрических организационных структур современных предприятий.