

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

1. Изучить теоретические сведения.
2. Выполнить контрольную работу.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Оформить отчет.

### **Теоретические сведения. Часть 1. Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной.**

Выбор – разрешение неопределенности в деятельности человека в условиях множественности альтернатив.

В процессе решения практической задачи всегда возникает несколько вариантов. Это происходит и случайно, в силу неоднозначности и неопределенности процесса решения, и целенаправленно, как основа поиска лучшего результата. Но задача, особенно техническая, считается решенной тогда, когда будет сделан выбор окончательного, единственного варианта. Только такая деятельность считается продуктивной.

Эффективность означает выбор оптимального варианта из имеющихся возможных и выполнение его наилучшим образом.

Варианты действий принято называть альтернативами. Альтернативы – неотъемлемая часть проблемы принятия решений: если не из чего выбирать, то нет и выбора. Следовательно, для постановки задачи принятия решений необходимо иметь хотя бы две альтернативы.

Критерий – признак, основание, правило принятия решения по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям. Критерии оценки альтернатив – показатели их привлекательности (или непривлекательности) для участников процесса выбора.

Представим принятие решения как действие над множеством альтернатив, в результате которого получается подмножество выбранных альтернатив. Сужение множества альтернатив возможно, если имеется способ сравнения альтернатив и определение наиболее предпочтительных. Каждый такой способ называют «критерием предпочтения». При таком описании выбора считают само собой разумеющимися, уже пройденными, два чрезвычайно важных этапа системного анализа:

- 1) порождение множества альтернатив, на котором предстоит осуществлять выбор;
- 2) определение целей, ради достижения которых производится выбор.

Будем считать, что исходное множество альтернатив уже задано и преследуемые цели определены настолько детально, что уже имеются критерии оценки и сравнения любых альтернатив.

Самым простым и наиболее развитым (быть может, поэтому чаще употребляемым) является критериальный язык выбора. Такое название языка связано с основным предположением, состоящим в том, что каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом (значением критерия), и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих им чисел.

Существует несколько способов выбора альтернатив в условиях нескольких критериев. К ним относятся:

- сведение многокритериальной задачи к однокритериальной;
- условная максимизация;
- поиск альтернативы с заданными свойствами;
- нахождение множества Парето.

Пусть  $x$  – некоторая альтернатива из множества  $X$ . Считается, что для всех  $x \in X$  может быть задана функция  $q(x)$ , которая называется критерием (критерием качества, целевой функцией, функцией предпочтения, функцией полезности) и обладает тем свойством, что если альтернатива  $x_1$  предпочтительнее  $x_2$  (будем обозначать это  $x_1 > x_2$ ), то  $q(x_1) > q(x_2)$  и наоборот. Выбор любой альтернативы приводит к однозначно известным последствиям (т. е. считать, что выбор осуществляется в условиях определенности) и заданный критерий  $q(x)$  численно выражает оценку этих последствий, поэтому наилучшей альтернативой  $x^*$  (формула 1) является, естественно, та, которая обладает наибольшим значением критерия:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q(x) \quad (1)$$

Задача отыскания оптимального решения  $x^*$ , простая по постановке, часто оказывается сложной для решения, поскольку метод ее решения определяется характером множества  $X$  и характером критерия  $q(x)$ .

Чаще всего на практике оценивание любого варианта единственным числом оказывается неприемлемым упрощением. Более полное рассмотрение альтернатив приводит к необходимости оценивать их не по одному, а по нескольким критериям, качественно различающимся между собой: технические, технологические, экономические, социальные, эргономические.

В обычной жизни при выборе мы почти никогда не используем единственный критерий (например, выбор подарка ко дню рождения или места отдыха). Для упрощения процесса поиска наилучшей альтернативы

рассмотрим способ «сведение многокритериальной задачи к однокритериальной».

Пусть для оценивания альтернатив используется несколько критериев  $q_i(x), i = 1, 2, 3 \dots, p$ . Как же осуществить выбор?

Этот способ состоит в введении суперкритерия – некоторой функции, зависящей от всех критериев.

$$q_0(x) = q_0(q_1(x), q_2(x), \dots, q_p(x)). \quad (2)$$

Суперкритерий позволяет упорядочить альтернативы по величине  $q_0$ , выделив тем самым наилучшую (по этому критерию) альтернативу. Вид функции  $q_0$  определяется тем, как мы представляем себе вклад каждого критерия в суперкритерий. Обычно при этом используются аддитивные или мультипликативные функции:

$$q_0 = \sum_{i=1}^p \frac{\alpha_i \cdot q_i(x)}{s_i}, \quad (3)$$

$$1 - q_0 = \prod_{i=1}^p \left(1 - \frac{\beta_i q_i}{s_i}\right). \quad (4)$$

Коэффициенты  $s_i$ ,  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  обеспечивают, во-первых, безразмерность числа (частные критерии могут иметь различную размерность, и тогда некоторые арифметические операции над ними не имеют смысла) и, во-вторых, в необходимых случаях, как в формуле (4), выполнение условия  $\beta_i q_i / s_i \leq 1$ . Коэффициенты  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  отражают относительный вклад частных критериев в суперкритерий, т. е. являются весовыми коэффициентами.

При данном способе задача сводится к максимизации суперкритерия:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q_0[q_1(x), \dots, q_p(x)]. \quad (5)$$

Индивидуальный набор весовых коэффициентов, должен определять важность того или иного условия выполнения критерия.

Преимущества данного метода: как правило, всегда удается определить единственный оптимальный вариант решения.

Недостатки. Часто в связи с субъективизмом возникают трудности в определении весовых коэффициентов. Низкая оценка по одному критерию

может быть компенсирована высокой оценкой по другому. Однако это верно не для всех моделей. Например, ухудшение качества изображения телевизора не может быть компенсировано качеством звука.

Можно отметить простоту и наглядность метода. Весовые коэффициенты могут рассматриваться как показатели относительной значимости каждого критерия. Чем большее значение придается некоторому критерию, тем больший вклад он будет давать и тем большее значение соответствующего веса должно быть выбрано.

### Пример выполнения задания

С помощью способа «сведение многокритериальной задачи к однокритериальной» определим суперкритерий для поиска наилучшей альтернативы системы «мотоцикл» и определим наилучшую альтернативу. Определим и перечислим основные критерии оценки системы «мотоцикл» и единицы их измерения.

Альтернативы, критерии и их величины, единицы измерения и значения коэффициентов  $\alpha_i$  и  $s_i$  представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные критерии, их единицы измерения и значения коэффициентов  $\alpha_i$  и  $s_i$

Альтернативы	Обозначение	Наименование критерия $q_i$	Значение	Единица измерения $q_i$	Коэффициент $\alpha_i$	Коэффициент $s_i$
$x_1$	$q_1$	Стоимость	1 250	у.е.	1/1300	1/у.е.
$x_2$			1 300			
$x_3$			1 350			
$x_1$	$q_2$	Максимальная скорость	110	км/ч	1/120	1/км/ч
$x_2$			120			
$x_3$			130			
$x_1$	$q_3$	Разгон до 100 км	10	с	1/10	1/с
$x_2$			12			
$x_3$			8			
$x_1$	$q_4$	Пробег	80 000	км	1/100000	1/км
$x_2$			120 000			
$x_3$			100 000			
$x_1$	$q_5$	Вес	100	кг	1/110	1/кг
$x_2$			110			
$x_3$			120			
$x_1$	$q_6$	Мощность двигателя	120	л.с.	1/120	1/л.с.
$x_2$			100			
$x_3$			140			

Альтернативы	Обозначение	Наименование критерия $q_i$	Значение	Единица измерения $q_i$	Коэффициент $\alpha_i$	Коэффициент $S_i$
$x_1$	$q_7$	Расход топлива на 100 км	5	л	1/5	1/л
$x_2$			4			
$x_3$			6			

Для определения суперкритерия нахождения наилучшей альтернативы системы «мотоцикл», используя формулу (3), отмечаем знаком «+» привлекательные критерии и знаком «-» непривлекательные критерии.

Получим следующую зависимость:

$$q_0(x) = -\frac{q_1(x)}{1300 \text{ у. е.}} + \frac{q_2(x)}{120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} - \frac{q_3(x)}{1 \text{ с}} - \frac{q_4(x)}{100000 \text{ км}} + \frac{q_5(x)}{110 \text{ кг}} + \frac{q_6(x)}{120 \text{ л. с.}} - \frac{q_7(x)}{5 \text{ л.}}$$

Подставив в полученную зависимость значения критериев заданных альтернатив определим значения обобщенного критерия для заданных альтернатив:

$$q_0(x_1) = \frac{1250}{1300} + \frac{110}{120} - \frac{10}{10} - \frac{80\,000}{100\,000} + \frac{100}{110} + \frac{120}{120} - \frac{5}{5} = -0,94.$$

Аналогично,  $q_0(x_2) = -1,37$  ;  $q_0(x_3) = -0,7$ .

Таким образом, с помощью полученного суперкритерия определена наилучшая альтернатива – альтернатива  $x_3$ .

**Теоретические сведения. Часть 2. Определение наилучшей эргатической системы методом «Поиск альтернативы с заданными свойствами».**

Принятие решения есть действие над множеством альтернатив, в результате которого исходное множество альтернатив сужается. Это действие называется выбором.

Выбор является действием, придающим всей деятельности целенаправленность. Именно через акты выбора реализуется подчиненность всей деятельности определенной цели или совокупности взаимосвязанных целей.

Таким образом, для того, чтобы стал возможен акт выбора, необходимо следующее:

- порождение или обнаружение множества альтернатив, на котором предстоит совершить выбор;
- определение целей, ради достижения которых осуществляется выбор;
- разработка и применение способа сравнения альтернатив между собой, т. е. определение рейтинга предпочтения для каждой альтернативы, согласно определенным критериям, позволяющим косвенно оценивать, насколько каждая альтернатива соответствует цели.

Способ многокритериального выбора (поиск альтернативы с заданными свойствами) относится к случаю, когда заранее могут быть указаны значения частных критериев (или их границы).

Задачи метода: поиск альтернативы, удовлетворяющей этим требованиям, или установление факта отсутствия данной альтернативы; поиск альтернативы, которая лучше всего подходит к поставленным целям.

Удобным свойством является возможность задавать желательные значения  $\bar{q}_1$  критериев как точно, так и в виде верхних или нижних границ. Назначаемые значения величин  $\bar{q}_1$  иногда называют уровнями притязаний, а точку их пересечения в  $p$ -мерном пространстве критериев – целью или опорной точкой, идеальной точкой.

Поскольку уровни притязаний задаются без точного знания структуры множества  $X$  в пространстве частных критериев, целевая точка может оказаться как внутри, так и вне  $X$  (достижимая  $x_1^*$  или недостижимая  $x_2^*$  цель (рисунок 1)).

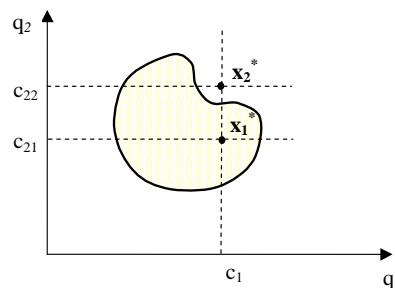


Рисунок 1 – Множество Парето

Теперь идея оптимизации состоит в том, чтобы, начав с любой альтернативы, приближаться к  $x^*$  по некоторой траектории в пространстве  $X$ . Это достигается введением числовой меры близости между очередной альтернативой  $x$  и целью  $x^*$ , т. е. между векторами

$$q(x) = (q_1(x), \dots, q_p(x)) \text{ и } \bar{q} = (\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_p).$$

Можно по-разному количественно описать эту близость. Например, используют расстояния типа

$$d_k(q, \bar{q}) = (\sum_{i=1}^p w_i |q_i(x) - \bar{q}_i|^k)^{1/k} \quad (6)$$

либо расстояния типа

$$S(q, \bar{q}) = \min_i a_i (q_i - \bar{q}_i) + a_{p+1} \sum_{i=1}^p a_i (q_i - \bar{q}_i), \quad (7)$$

где считается, что  $q_i \geq \bar{q}_i$ ,  $a_i$  – коэффициенты, приводящие слагаемые к одинаковой размерности и одновременно учитывающие равноважность критериев;  $a_{p+1}$  выражает наше отношение к тому, что важнее – уменьшать близость к цели любого из частных критериев или суммарную близость всех критериев к целевым значениям.

Если часть уровней притязания ограничивают критерии снизу ( $q_i \geq \bar{q}_i, i = 1, \dots, p'$ ), часть ограничивают их сверху ( $q_i \leq \bar{q}_i, i = p' + 1, \dots, p''$ ), а остальные задают их жестко ( $q_i = \bar{q}_i, i = p'' + 1, \dots, p$ ), то функцию (8) модифицируют:

$$S(q, \bar{q}) = \min_i Z(q_i, \bar{q}_i) + a_{p+1} \sum_{i=1}^p Z(q_i, \bar{q}_i), \quad (8)$$

где

$$Z(q_i, \bar{q}_i) = \begin{cases} a_i (q_i - \bar{q}_i) & \text{при } 1 \leq i \leq p', \\ a_i (\bar{q}_i - q_i) & \text{при } p' + 1 \leq i \leq p'', \\ a_i \min[(q_i - \bar{q}_i), (\bar{q}_i - q_i)] & \text{при } p'' + 1 \leq i \leq p. \end{cases} \quad (9)$$

**Достоинства метода.** Здесь возможно задавать желательные значения критерия как точно, так и в виде верхних или нижних границ.

**Недостатки метода.** Поскольку уровни притязаний задаются без точного знания структуры множества  $X$  в пространстве частных критериев, целевая точка может оказаться как внутри, так и вне множества  $X$ , что соответствует достижимой или недостижимой цели.

### **Пример выполнения задания**

С помощью способа «поиск альтернативы с заданными свойствами» определим наиболее приемлемую альтернативу системе «GPS-навигатор».

Основные требуемые характеристики системы «GPS-навигатор» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные критерии и их значения требуемого GPS-навигатора

Наименование критерия	Требуемый параметр
Тип процессора	Atlas-IV, Windows CE (6.0)
Тактовая частота	≥ 500 МГц
Разъем для внешней антенны	есть
Способ ввода данных	сенсорный дисплей
Размер экрана	≥ 4"
Объем энергонезависимой памяти	≥ 1 Гб
Поддержка карт памяти	MicroSDHC, SD (SDHC) до 32 Гб
Навигация. Расчет площади	есть
Интерфейс. Bluetooth	есть
Цена	≤ 200 у.е.

Исследуемые альтернативы и значения их характеристик представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исследуемые GPS-навигаторы и значения их характеристик

Наименование критерия	Требуемый параметр	Globus GL-570W	Globus GL-300HD	Goclever Rider 350
Тип процессора	Atlas-IV, Windows CE (6.0)	Atlas-IV	SiRF Atlas-IV ARM11 CPU	Atlas-IV
Тактовая частота	≥ 500 МГц	500 МГц	500 МГц	533 МГц
Разъем для внешней антенны	+	+	-	-
Способ ввода данных	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей	Сенсорный дисплей
Размер экрана	≥ 4"	5"	6"	3,5"
Поддержка карт памяти	MicroSDHC, SD (SDHC) до 32 Гб	MicroSDHC, SD (SDHC) 32 Гб	SD (SDHC) 32 Гб	MMC, SD 8 Гб
Объем энергонезависимой памяти	≥ 1 Гб	2 Гб	4 Гб	256 Мб
Навигация. Расчет площади	есть	есть	нет	нет
Интерфейс. Bluetooth	есть	есть	нет	нет
Цена	≤ 200 у.е.	180 у.е.	280 у.е.	220 у.е.

Проанализировав данные таблицы 3, можно сделать вывод, что наиболее приемлемой альтернативой является GPS-навигатор типа Globus GL-570W.

### **Теоретические сведения. Часть 3. Определение наилучшей эргатической системы методом «Выбор альтернативы на языке бинарных отношений».**

Язык бинарных отношений – второй, более общий язык, на котором описывается выбор. В реальности дать оценку отдельно взятой альтернативе часто затруднительно или невозможно. Однако, если рассматривать ее не в отдельности, а в паре с другой альтернативой, то находятся основания сказать, какая из них более предпочтительна.

Основные предпосылки языка бинарных отношений:

1) отдельная альтернатива не оценивается, т. е. критериальная функция не вводится, другими словами – отказ от числовой оценки альтернативы;

2) для каждой пары альтернатив  $(x, y)$  можно установить, что:

а) одна из них предпочтительнее другой;

б) альтернативы равноценны;

в) альтернативы несопоставимы (последние два понятия часто отождествляются);

3) отношение предпочтения внутри любой пары альтернатив не зависит от остальных альтернатив, предъявленных к выбору.

Математически бинарное отношение  $R$  на множестве  $X$  определяется как определенное подмножество упорядоченных пар  $(x, y)$ . Порядок здесь имеет значение. Если пара элементов  $x$  и  $y$  находится в отношении  $R$ , то обозначается  $xRy$ . Если пара элементов  $x$  и  $y$  не находится в отношении  $R$ , то обозначается  $x\bar{R}y$ .

Множество всех пар  $\{(x, y), x, y \in X\}$  называется полным («универсальным») бинарным отношением. Поскольку в общем случае не все возможные пары  $(x, y)$  удовлетворяют условиям, накладываемым отношением  $R$ , бинарное отношение является некоторым подмножеством полного бинарного отношения, т. е.  $R \subseteq X \times X$ .

Задать отношение – это значит тем или иным способом указать все пары  $(x, y)$ , для которых выполнено отношение  $R$ .

Существует четыре разных способа задания отношений (рисунок 1): преимущества каждого проявляются при разных характеристиках множества  $X$ .

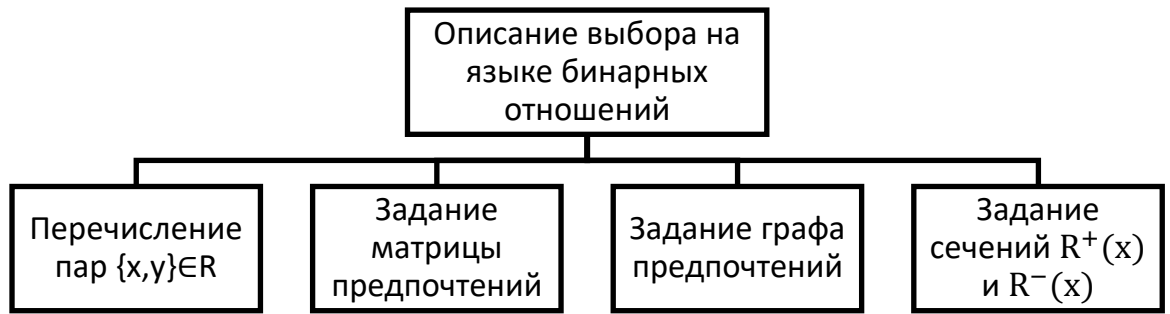


Рисунок 1 – Способы описания выбора на языке бинарных отношений

Первый способ состоит в непосредственном перечислении всех пар  $(x, y)$ , удовлетворяющих отношению  $R$ .

Например, рассматривается отношение предпочтения для трех альтернатив решения  $A, B$  и  $B$ . Тогда мы можем перечислить все пары:

- 1)  $A$  предпочтительнее  $B$ ;
- 2)  $B$  предпочтительнее  $B$ ;
- 3)  $A$  предпочтительнее  $B$ .

Данный способ мы можем использовать, когда у нас количество пар не только конечно, но и не очень велико. Ясно, что он приемлем лишь в случае конечного множества  $X$ .

Второй способ задания отношения  $R$  на конечном множестве – матричный. Строится матрица отношения  $\alpha_{ij}(R) = \{1: x_i R x_j; 0: x_i \bar{R} x_j\}$  для всех  $i$  и  $j$ , элементами которой являются единицы и нули. Единица ставится, если элементы  $x_i$  и  $x_j$  находятся между собой в отношении  $R$ , а нули – если они не находятся в таком отношении.

Например, согласно приведенному выше примеру, это будет выглядеть так (рисунок 2):

- 1)  $A$  предпочтительнее  $B$ , ставим 1;
- 2)  $A$  предпочтительнее  $B$ , ставим 1.
- 3)  $B$  предпочтительнее  $B$ , ставим 1;
- 4) в других случаях ставим 0.

	A	B	B
A		1	1
B	0		0
B	0	1	

Рисунок 2 – Построение матрицы предпочтения

Известным примером такого задания отношений являются турнирные таблицы (если ничьи обозначить нулями, как и проигрыш, то матрица изобразит отношение « $x_i$  – победитель  $x_j$ »).

Третий способ – задание бинарного отношения графом (рисунок 3). Вершинам графа  $G(R)$  ставят в соответствие (пронумерованные) элементы множества  $X$ . Если для двух элементов выполняется отношение  $x_i R x_j$ , то от вершины  $x_i$  проводят направленную дугу к вершине  $x_j$ ; в противном случае – если же  $x_i \bar{R} x_j$  (если пара элементов  $x$  и  $y$  не находится в отношении  $R$ ) – дуга отсутствует.

Согласно приведенному выше примеру это будет выглядеть так:

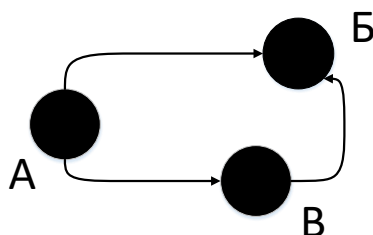


Рисунок 3 – Задание бинарного отношения графом

Четвертый способ – для определения отношений на бесконечных множествах используется задание отношение  $R$  сечениями. Множество  $R^+(x) = \{y \in X | (y, x) \in R\}$  называется верхним сечением отношения  $R$ , а множество  $R^-(x) = \{y \in X | (x, y) \in R\}$  – нижним сечением. Иначе говоря, верхнее сечение – это множество всех  $y \in X$ , которые находятся в отношении  $y R x$  с заданным элементом  $x \in X$ , а нижнее сечение – множество всех  $y \in X$ , с которыми заданный элемент  $x$  находится в отношении  $R$ . Отношение однозначно определяется одним из своих сечений.

### Пример выполнения задания

Дано множество альтернатив «ноутбук» с помощью способа «выбор на языке бинарных отношений» определим наиболее приемлемую альтернативу. Основные характеристики системы «ноутбук» заданных альтернатив приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные критерии и значения заданных альтернатив

Наименование критерия	Toshiba Satellite A660-10X (A)	HP Pavilion dv7-1253ca (B)	Asus G73JH-TY031 (C)
Количество ядер	4	4	4
Вес, кг	2,62	3,52	3,85
Диагональ экрана	16	17	18
Емкость жесткого диска, Гб	640	500	2×320
Стоимость, у.е.	1100	1200	1700

Произведем описание выбора способом задания матрицы предпочтений.

Оценим критерий «количество ядер». Альтернативы А, В, С численно равны между собой, в данном случае отдать предпочтение какой-либо альтернативе не представляется возможным. Поэтому элементами матрицы будут только единицы или только нули.

Оценим критерий – вес. Отдаем предпочтение критерию с меньшим числом. Итак, альтернатива А предпочтительнее В и С, альтернатива В предпочтительнее С и менее предпочтительна А и т. д.

Составим матрицы предпочтений по каждому критерию:

	Количество ядер	Вес	Диагональ	Емкость	Стоимость
	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C
A	1 1	1 1	0 0	1 1	1 1
B	1 1	0 1	1 0	0 0	0 1
C	1 1	0 0	1 1	1 1	0 0

Проанализировав данные таблицы 1, можно сделать вывод, что наиболее приемлемой альтернативой является альтернатива А (Toshiba Satellite A660-10X), т. к. данной альтернативе было отдано больше предпочтений (больше единиц).

#### Теоретические сведения. Часть 4. Определение наилучшей эргатической системы методом «Последовательных уступок».

Процедура решения многокритериальной задачи методом последовательных уступок заключается в следующем. Вначале производится качественный анализ относительной важности критериев, затем на основании анализа критерии располагаются и нумеруются в порядке убывания важности, так что главным считается критерий  $F_1$ , менее важным  $F_2$ , затем следуют остальные локальные критерии  $F_3, F_4, \dots, F_m$ . Максимизируется первый по важности критерий  $F_1$  и определяется его наибольшее значение  $M_1$ . Затем назначается допустимое снижение (уступка)  $d_1$  критерия  $F_1$ . Определяется новая допустимая область  $X(1)$ , как подобласть первоначальной  $X$  вида

$$X(1) = X_n \{x | F_1(x) \geq M_1 - d_1\}. \quad (1)$$

Такой подход позволяет значительно сузить первоначальную допустимую область  $X$ , когда переходим к следующему по важности критерию.

После этого находим наибольшее значение  $M_2$  второго критерия  $F_2$  на множестве  $X(1)$ , т. е. при условии, что значение первого критерия должно быть не меньше, чем  $M_1 - d_1$ . Снова назначается значение уступки  $d_2$ , но уже по второму критерию, которое вместе с первым используется при нахождении условного максимума третьего критерия, и т. д. Наконец, максимизируется последний по важности критерий  $F_m$  при условии, что значение каждого

критерия  $F_r$  из  $m - 1$  предыдущих должно быть не меньше соответствующей величины  $M_r - d_r$ ; получаемые стратегии считаются оптимальными:

$$X(i) = X(i - 1)_n \{x | F_i(x) \geq M_i - d_i\}. \quad (2)$$

Таким образом, при использовании метода последовательных уступок многокритериальная задача сводится к поочередной максимизации частных критериев и выбору величин уступок. Величины уступок характеризуют отклонение приоритета одних частных критериев перед другими: чем уступки меньше, тем приоритет жестче.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать следующий вывод. Метод последовательных уступок целесообразно применять для решения тех многокритериальных задач, в которых все частные критерии естественным образом упорядочены по степени важности, причем каждый критерий настолько существенно более важен, чем последующий, что можно ограничиться учетом только попарной связи критериев и выбирать допустимое снижение очередного критерия с учетом поведения лишь одного следующего критерия.

Удобным свойством данного способа является возможность задавать желательные значения критериев как в виде точных, так и в виде верхних или нижних границ. Назначаемые значения величин иногда называют уровнями притязаний, а точку их пересечения в  $n$ -мерном пространстве критериев – целью или опорной точкой, идеальной точкой.

### Пример выполнения задания

С помощью метода последовательных уступок определим наилучшую альтернативу эргатической системы «ноутбук».

Дано множество альтернатив «ноутбук», основные значения критериев оценки заданных альтернатив приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные критерии и значения заданных альтернатив

Наименование критерия	Toshiba Satellite A660-10X (A)	HP Pavilion dv7-1253ca (B)	Asus G73JH-TY031 (C)
Вес, кг	2,62	3,52	3,85
Диагональ экрана, "	16"	17"	18"
Емкость жесткого диска, Гб	550	500	640
Стоимость, у.е.	600	650	700

Вначале выполним качественный анализ относительной важности критериев. На основании проведенного анализа критерии расположим и пронумеруем в порядке убывания важности (таблица 3).

Таблица 3 – Основные критерии и значения заданных альтернатив

Ранг (значимость) критерия	Наименование критерия	Названия альтернатив		
		Toshiba Satellite A660-10X (A)	HP Pavilion dv7-1253ca (B)	Asus G73JH- TY031 (C)
1	Стоимость, у.е.	600	650	700
2	Емкость жесткого диска, Гб	550	500	640
3	Диагональ экрана	17"	16"	18"
4	Вес, кг	2,62	3,52	3,85

Согласно данным, представленным в таблице 2, главным критерием будем считать стоимость. Обозначим данный критерий  $F_1$ , следующим по значимости критерием является емкость жесткого диска  $F_2$ , затем следуют критерии диагональ экрана  $F_3$ , количество ядер  $F_4$ , вес  $F_5$ .

Так как главным является критерий  $F_1$ , проведем его максимизацию, т.е. определим его наибольшее значение, которое для нашей системы равно 600 у.е. Затем назначим величину «допустимого» снижения (уступки) данного критерия. Величина уступки главного критерия составила 50 у.е., т. е. мы готовы заплатить за покупку не более 650 у.е.

Теперь найдем наибольшее значение критерия  $q_2$  при условии, что значение первого критерия  $q_1$  должно быть, не более чем 650 у.е. Анализ данных табл. 2 и 3 показывает, максимальное значение  $F_2$  равно 550 Гб. Для  $F_2$  величина уступки равна 50 Гб. Учитывая величины уступок по первому и по второму критериям, находим условный максимум третьего критерия  $q_3$ . Максимальное значение  $F_3$  равно 17". Для  $q_3$  величина уступки равна 1". Наконец, максимизируем последний по важности критерий  $F_4$ , его максимальное значение, при условии, что значение предыдущих критериев должно быть не меньше заданных величин, равно 2,62 кг. В итоге альтернатива А (Toshiba Satellite A660-10X) является наилучшей из множества исследуемых альтернатив.

**Варианты эргатических систем для выполнения задания:** 1) компьютер; 2) печь СВЧ; 3) самолет; 4) холодильник; 5) видеокарта; 6) монитор; 7) телефон; 8) автомобиль; 9) фотоаппарат; 10) телевизор; 11) любая другая система.

### Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Исходные данные.

4. Теоретические сведения.
5. Ход выполнения работы.
6. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятия «выбор».
2. Дайте определение понятия «критерий».
3. Дайте определение понятия «альтернатива».
4. Назовите способы выбора альтернатив в условиях нескольких критериев.
5. Назовите достоинства и недостатки способа «сведение многокритериальной задачи к однокритериальной».
6. Дайте определение понятия «принятие решения».
7. Дайте определение способа «поиск альтернативы с заданными свойствами».
8. Назовите достоинства и недостатки способа «поиск альтернативы с заданными свойствами».
9. Дайте понятие языка бинарных отношений.
10. Назовите и поясните основные способы описания выбора на языке бинарных отношений.
11. Поясните суть метода последовательных уступок.
12. В каком случае целесообразно применять метод последовательных уступок.
13. Назовите основные требования, предъявляемые к моделям.