

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Б. В. Никульшин, В. Г. Русин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКА

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-40 01 01
«Программное обеспечение информационных технологий»
дневной формы обучения

Минск БГУИР 2011

УДК 004.421:336.71(075.8)
ББК 32.973.26-018.2:65.26я73
Н65

Никульшин, Б. В.

Н65 Автоматизация деятельности банка : лаб. практикум для студ. спец. 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий» днев. формы обуч. / Б. В. Никульшин, В. Г. Русин. – Минск : БГУИР, 2011. – 24 с.
ISBN 978-985-488-688-6.

В лабораторном практикуме описаны две лабораторные работы по курсу «Автоматизация деятельности банка». Первая работа посвящена методикам формирования рациональных организационных структур служб и подразделений финансовых организаций, определению оптимального количества уровней линейного и функционального управления организационной структурой и определению оптимального разбиения структурного подразделения на отдельные группы. Вторая работа посвящена ознакомлению с алгоритмом динамического программирования при планировании многоэтапных операций.

**УДК 004.421:336.71(075.8)
ББК 32.973.26-018.2:65.26я73**

ISBN 978-985-488-688-6

© Никульшин Б. В., Русин В. Г., 2011
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2011

Лабораторная работа №1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР СЛУЖБ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ФИНАНСОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

1.1. Цель работы

1. Ознакомление с методиками формирования рациональных организационных структур служб и подразделений финансовых организаций.
2. Определение оптимального количества уровней линейного и функционального управления организационной структуры.
3. Определение оптимального разбиения структурного подразделения на отдельные группы.

1.2. Общие сведения

Организационная структура управления – это состав, взаимосвязи и соподчинённость совокупности организационных единиц (подразделений) аппарата управления, выполняющих различные функции по управлению отраслью, производственным объединением (предприятием), цехом.

Важнейшими задачами при формировании организационной структуры являются, во-первых, определение оптимального количества уровней управления и, во-вторых, оптимального разбиения структурных подразделений на самостоятельные группы на каждом из уровней.

Организационная структура аппарата управления предприятием имеет пирамидальный характер, т. е. содержит несколько уровней управления (иерархических), что соответствует принципам системного построения организации. Иерархичность организационной структуры обеспечивает её устойчивость к возмущающим воздействиям, способствует ликвидации возможных конфликтных ситуаций путём соблюдения строгой соподчинённости работников и руководителей.

Научное обоснование рационального количества уровней управления и распределения по ним управленческих работников – важный фактор, от которого зависит эффективность работы аппарата управления. Излишнее количество уровней управления замедляет движение управленческой информации, в то же время короткие иерархические цепочки или недостаточная численность работников на каком-либо уровне управления приводят к информационной перегрузке работников на вышестоящих уровнях.

Иерархическое построение аппарата управления тесно связано с централизацией управления – сосредоточением организационных и распорядительных функций на высших уровнях управления и исполнительских – на нижних уровнях. Преимущества централизации: чёткое распределение обязанностей в организации, исключение параллелизма в работе; ее главный недостаток – снижение гибкости и оперативности работы аппарата управления. Децентрализованное управление позволяет находить оптимальные решения на всех уровнях управления, уменьшает объём информации, перерабатываемой на верхних

уровнях; его недостаток – затруднение координации, регулирования и контроля процессов управления.

Применение экономико-математической модели иерархии организационной структуры позволяет оптимизировать один из важнейших параметров организационной структуры – степень централизации управления – путём определения оптимального количества уровней линейного (например, директор – начальник цеха – мастер) и функционального (например, главный инженер – главный конструктор – начальник бюро – руководитель группы) управления и распределения работников управления между ними.

Руководитель, осуществляя распорядительно-контрольную функцию, отдаёт распоряжения подчинённым и контролирует их выполнение. Распорядительно-контрольная функция количественно выражается числом распоряжений (указаний, инструкций) за определённый промежуток времени и затратами времени на выполнение распоряжения и его контроль. Такие данные могут быть получены при проведении специального исследования или целевой фотографией рабочего времени руководителей и исполнителей.

Если исследование проводится в форме анкетирования руководителей и исполнителей, то руководители в своих анкетах указывают подчинённых и распорядительно-контрольную функцию для каждого из них в абсолютных и относительных величинах. Подчинённые в анкетах указывают работников вышестоящего уровня, от которых они получают распоряжения, и величину этой связи в абсолютных или относительных показателях для всех названных руководителей.

Сведения по каждой серии таких анкет могут быть представлены в форме прямоугольных матриц A_{tn} и A'^{tn} , где t и n – число руководителей и подчинённых соответственно, а каждый элемент a_{ij} определяет связь по распорядительно-контрольной функции между i -м работником, указанным в крайней верхней строке матрицы, и j -м работником, указанным в крайнем левом столбце. Матрица A_{tn} составляется руководителями, A'^{tn} – подчинёнными. Для усреднения полученных величин и учёта взаимной оценки руководителей и исполнителей необходимо объединить обе матрицы A_{tn} и A'^{tn} в одну B_{tn} , перемножив между собой одноимённые элементы матриц ($a_{ij} \cdot a'_{ij} = b_{ij}$). Такая процедура усиливает основные связи между работниками различных рангов и ослабляет случайные связи или ошибочные сведения, т. к. если один из сомножителей равен нулю, то и их произведение равно нулю, и связь остается неподтверждённой.

Построение графа фактической иерархической структуры аппарата управления U на основе объединённой матрицы B_{tn} производится путём распределения работников по подразделениям, а подразделений – по уровням управления, соответствующих рангу их руководителей. Исходный граф U (рис. 1.1) соподчинённых связей в аппарате управления является, как правило, связным графом с некоторым количеством циклов. Чтобы получить из него искомый граф типа «дерево» G , отображающий оптимальную иерархическую

структуру управления, необходимо из графа U удалить не менее ν рёбер. Величина ν , называемая цикломатическим числом графа, определяется из соотношения

$$Y = N - n + 1,$$

где N – количество рёбер графа (число соподчинённых связей); n – число вершин графа (количество работников в аппарате управления).

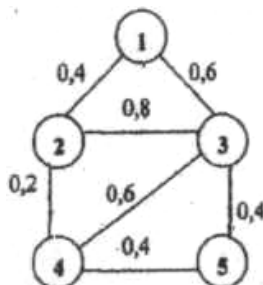


Рис. 1.1. Исходный граф U

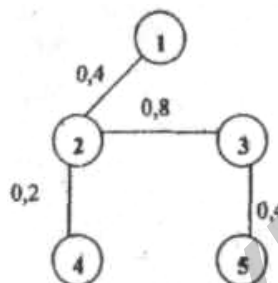


Рис. 1.2. $R=3; \sum b_i=1,8; Q=0,6$

Рациональной иерархии аппарата управления ставится в соответствие такое дерево G , которое обладает общей максимальной суммой весов рёбер и имеет наименьшую длину цепи от корня дерева до наиболее удалённой висячей вершины. Под весом ребра понимается количественная характеристика распорядительно-контрольной функции между двумя работниками (которые условно представляются в виде вершин графа), принадлежащими данному ребру графа.

Варианты иерархической структуры сравниваются по критерию оптимальности вниз Q , который учитывает сумму весов всех рёбер графа b_i и максимальную длину цепи от корня дерева G до его наиболее удалённой висячей вершины:

$$Q = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^N b_i \rightarrow \max,$$

где R – максимальная длина цепи от корня дерева G до его наиболее удалённой висячей вершины, выраженная количеством рёбер; b_i – вес i -го ребра графа G , т. е. показатель распорядительно-контрольной функции между руководителем и исполнителем (рис. 1.2).

Тот вариант графа G , который обеспечивает максимальное значение критерия Q_{\max} , является искомым, откуда для данных условий определяется величина R , показывающая рациональное число уровней иерархии в аппарате управления.

Рассмотрим применение модели на примере рационализации иерархической структуры службы технологической подготовки производства на машиностроительном предприятии. В составе подразделений имеется бюро планирования производства в составе 5 чел. Результаты обследования соподчинённых связей по распорядительно-контрольной функции между этими работниками представлены в виде исходного графа U (см. рис. 1.2). Его цикломатическое число т. е. для получения искомого графа G следует удалить не менее трёх рёбер у графа U .

$$v = 7 - 5 + 1 = 3,$$

Первый вариант перестройки исходного графа U в дерево G (рис. 1.3) характеризуется следующими показателями: максимальная длина от корня дерева G до его наиболее удалённой вершины, выраженная числом рёбер, $R_1 = 3$; суммарная количественная характеристика распределительно-контрольной функции подсчитывается как сумма весов всех рёбер графа G и составляет $b_1 = 0,4 + 0,8 + 0,2 + 0,4 = 1,8$; критерий эффективности для данного варианта построения иерархической структуры $Q_1 = 1,8/3 = 0,6$.

Аналогичным образом производится оценка всех возможных вариантов построения иерархической структуры для данных исходных условий (рис. 1.3–1.7).

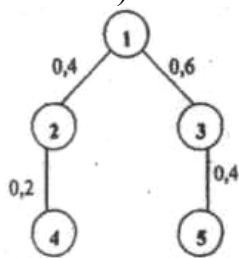


Рис. 1.3.

$$R = 2; \sum b_i = 1,6; Q = 0,8$$

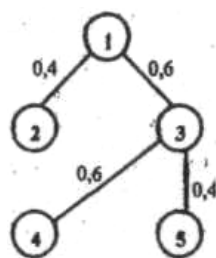


Рис. 1.4. Искомый граф

$$R = 2; \sum b_i = 2,0; Q = 1,0$$

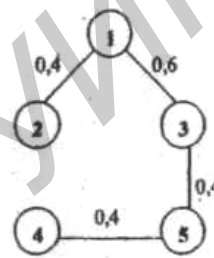


Рис. 1.5.

$$R = 3; \sum b_i = 1,8; Q = 0,6$$

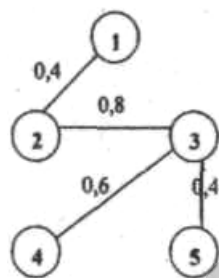


Рис. 1.6. $R = 3; \sum b_i = 2,2; Q = 0,73$

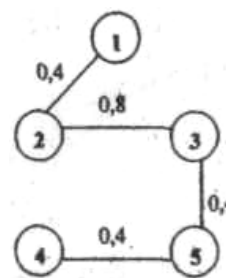


Рис. 1.7. $R = 4; \sum b_i = 2,0; Q = 0,5$

Как видно из рисунков, искомым графом G_{opt} (см. рис. 1.4.), соответствующим рациональному варианту построения иерархической структуры, является граф, показанный на рис. 1.5, для которого установленный критерий эффективности имеет максимальное значение $Q = 1,0$.

На основе проведённых расчётов по модели иерархической структуры представляется целесообразным для бюро планирования производства выделить отдельную группу (работники 3, 4, 5) с установлением для них самостоятельного круга вопросов.

Вторая задача формирования организационных структур состоит в формировании обособленных групп работников управления с учётом их кооперируемости при решении конкретных задач управления. При этом необходимо стремиться к формализации процесса структуризации и количественному сравнительному анализу вариантов разбиения. Ниже рассмотрим один из методов решения этой задачи [1].

Моделирование формирования самостоятельных структурных подразделений аппарата управления основывается на формализации производственных взаимосвязей между работниками управления, профессионально-квалификационного состава работников, характера и степени их загруженности выполнением работ по данной функции управления.

Исходное множество $\{M_0\}$ элементов $m_i \subseteq \{M_0\}$, отображающее состав работников аппарата управления, разбивается на некоторое количество непустых подмножеств – самостоятельных структурных подразделений $\{M_i\} \subseteq \{M_0\}$, причём $\{M_i\} \neq \emptyset$. Сумма и пересечение этих подмножеств равны $\sum_{i=1}^n M_i = \{M_0\}$ и $\{M_{i1}\} \cap \{M_{i2}\} = \emptyset$ при $i_1 \neq i_2$ (ни один работник не входит одновременно в два подразделения).

Элементы исходного множества $\{M_0\}$ находятся во взаимосвязи. В качестве показателей связи выступают количественные характеристики производственных взаимосвязей между работниками в процессе их совместного труда. К таким взаимосвязям относятся: взаимный обмен информацией, консультации, справки, отчёты, совещания. Большинство этих взаимосвязей может быть оценено количественно: удельным весом в балансе рабочего времени, трудоёмкостью или частотой повторения за определённый промежуток времени.

Рациональная структуризация аппарата управления должна быть направлена на увеличение и укрепление кооперированных взаимосвязей. В то же время, развивая и углубляя кооперацию труда в аппарате управления и обеспечивая условия для этого в виде функционального обособления кооперируемых работников в самостоятельных структурных подразделениях, следует иметь в виду, что этот процесс приводит к дроблению аппарата управления на всё более мелкие структурные единицы, что неизбежно порождает трудности в его функционировании. Следовательно, необходимо стремиться к трудности в его функционировании. Следовательно, необходимо стремиться к тому, чтобы структуризация аппарата управления осуществлялась в минимально необходимых пределах, обеспечивая эффективное выполнение заданных функций управления.

Целевая функция A , соответствующая этим условиям, будет иметь вид

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} \underbrace{(\ln(t_i + 1))}_\gamma \rightarrow \max,$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_\beta$

где n – количество элементов m_{ij} в подмножестве $\{M_i\}$, т. е. численность работников формируемого подразделения; t – количество производных подмножеств $\{M_i\}$; m_{ij} – величина зафиксированной связи между элементами i и j ; t_i – число самостоятельных структурных подразделений в аппарате управления, равное количеству производных подмножеств $\{M_i\}$. Выражение $\ln(t_i + 1)$ выбрано исходя из свойств логарифмической функции, у которой единственным нулем является точка $t=1$.

Показатели взаимосвязи m_{ij} между элементами исходного множества $\{M_0\}$ образуют квадратную матрицу $\|m_{ij}\|$, где каждый элемент характеризует величину производственной взаимосвязи между i -м элементом верхней строки и j -м элементом левого столбца матрицы $\|m_{ij}\|$.

Определение оптимальной структуризации аппарата управления на основе моделирования разделения и кооперации управленческого труда осуществляется путем перестройки исходной матрицы взаимосвязей $\|m_{ij}\|$ и оценки суммарной величины кооперированных связей β и сложности γ образуемой при этом организационной структуры. Рассмотрим практическую реализацию данной модели на примере фрагмента организационной структуры аппарата управления, где в качестве исходного множества $\{M_0\}$ взяты четыре управленческих работника. Установленные величины производственных взаимосвязей между ними отражены в исходной матрице (рис. 1.9). Для удобства расчётов и наглядности величины кооперированных связей (среднегодовая трудоёмкость в нормо-часах) несколько округлены и взяты с масштабным коэффициентом 1/100. Суммарный показатель кооперированных связей β для исходной матрицы $M_0 = \|m_{ij}\|$ составляет $\beta_0 = 5 + 2 + 3 + 1 + 1 + 2 + 4 + 1 + 2 = 24$.

Показатель сложности исходной организационной структуры γ определяется из соображения, что в данном случае количество производных подмножеств $t = 1$, следовательно, $\gamma_0 = \ln(1+1) = \ln 2 = 0,693$, $\Delta_0 = 24 \cdot 0,693 = 16,632$.

Исходная матрица M_0

Работники	1	2	3	4
1-й	X	5	2	3
2-й	3	X	0	1
3-й	1	0	X	2
4-й	4	1	2	X

$\beta_0 = 24$
 $\gamma_0 = 0,693$
 $\Delta_0 = 16,636$

4-й вариант (1)(2,3,4)

Работники	1	2	3	4
1-й	X	-	-	-
2-й	-	X	0	1
3-й	-	0	X	2
4-й	-	1	2	X

$\beta = 6$
 $\gamma = 1,099$
 $\Delta = 6,592$

1-й вариант (1,2)(3,4)

Работники	1	2	3	4
1-й	X	5	-	-
2-й	3	X	-	-
3-й	-	-	X	2
4-й	-	-	2	X

$\beta = 12$
 $\gamma = 1,099$
 $\Delta = 13,183$

5-й вариант (2)(1,3,4)

Работники	1	2	3	4
1-й	X	-	2	3
2-й	-	X	-	-
3-й	1	-	X	2
4-й	4	-	2	X

$\beta = 14$
 $\gamma = 1,099$
 $\Delta = 15,381$

2-й вариант (1,3)(2,4)

Работники	1	2	3	4
1-й	X	-	2	-
2-й	-	X	-	1
3-й	1	-	X	-
4-й	-	1	-	X

$\beta = 5$
 $\gamma = 1,099$
 $\Delta = 5,493$

6-й вариант (3)(1,2,4)

Работники	1	2	3	4
1-й	X	5	-	3
2-й	3	X	-	1
3-й	-	-	X	-
4-й	4	1	-	X

$\beta = 17$
 $\gamma = 1,099$
 $\Delta = 18,676$

3-й вариант (1,4)(2,3)					$\beta = 7$	7-й вариант (4)(1,2,3)					$\beta = 11$
Работники	1	2	3	4	$\gamma = 1,099$	Работники	1	2	3	4	$\gamma = 1,099$
1-й	X	-	-	3	$\Delta = 7,690$	1-й	X	5	2	-	$\Delta = 12,085$
2-й	-	X	0	-		2-й	3	X	0	-	
3-й	-	0	X	-		3-й	1	0	X	-	
4-й	4	-	-	X		4-й	-	-	-	X	

Рис. 1.8. Пример реализации модели выделения самостоятельных структурных подразделений

Первый вариант структуризации исходного множества $\{M_0\}$ и выделения в нём самостоятельных подразделений показан на рис. 1.8. Перестроение исходной матрицы взаимосвязей $M_0 = \|m_{ij}\|$ даёт следующее: первое производное подмножество $\{M_1\}$ образуется путём объединения первого и второго работников, а второе $\{M_2\}$ – третьего и четвёртого. При этом исключаются из рассмотрения кооперированные взаимосвязи между элементами подмножеств $\{M_1\}$ и $\{M_2\}$.

Величина показателя β из образованной матрицы взаимосвязей $M_1 = \|m_{ij}\|$ $\beta_1 = 5 + 3 + 2 + 2 = 12$.

Показатель сложности образуемой организационной структуры γ при $t = 2$ составит $\gamma_1 = \ln(2+1) = \ln 3 = 1,091$.

Критерий эффективности Δ такого варианта построения организационной структуры $\Delta_1 = 12 \cdot 1,099 = 13,183$.

Сопоставление величин $\Delta_1 < \Delta_0$ свидетельствует о нецелесообразности формирования двух самостоятельных подразделений при рассмотренном составе работников.

Следующая матрица $M_2 = \|m_{ij}\|$ получена из исходной $M_0 = \|m_{ij}\|$ путём образования двух подмножеств: $\{M_1\}$ – объединением первого и третьего работников и $\{M_2\}$ – второго и четвёртого работников и исключением из расчётов взаимосвязей между выделенными подразделениями.

Показатель β второго варианта структуризации исходного множества $\beta_2 = 2 + 1 + 1 + 1 = 5$.

Показатель сложности γ образуемых подмножеств при $t = 2$ составит $\gamma_2 = \ln(2+1) = \ln 3 = 1,091$.

Критерий эффективности Δ для второго варианта $\Delta_2 = 5 \cdot 1,099 = 5,493$, т. е. $\Delta_2 < \Delta_1 \ll \Delta_0$.

Аналогичным образом производятся расчёты по всем возможным вариантам перестроения исходной матрицы взаимосвязей $M_0 = \|m_{ij}\|$. Как видно из рисунка, максимальным значением критерия эффективности характеризуется шестой вариант. Поэтому представляется целесообразным выделить самостоятельного структурного подразделения в рассматриваемой службе в составе трёх работников (первого, второго и четвёртого), а третий работник по функциональной принадлежности тяготеет, вероятно, к другой группе, не вошедшей во фрагмент рассматриваемого примера.

1.3. Постановка задачи

Задача формирования оптимальной организационной структуры управления рассматривается в плане выбора рационального уровня иерархии управления для реализации определенного набора функций управления и рационального разбиения структурного подразделения на отдельные группы при управлении (вершины графа) и связи между функциями для достижения конечной цели управления (рёбра графа). Веса рёбер отражают степень взаимосвязи между функциями в процессе функционирования системы. В зависимости от цели системы управления для одного и того же состава функций меняются связи между ними, и в конечном итоге каждая из целей определяет свой рациональный вариант оптимальной иерархии структуры. Задача заключается в определении такой иерархии системы управления, которая бы сохраняла приемлемую эффективность для диапазона целей управления системы в целом.

Следующей задачей после определения рациональной иерархии системы управления является разбиение каждой из структурных единиц на самостоятельные группы, реализующие конкретные задачи функции, за которую несёт ответственность данная структурная единица. Как и в первом случае, связь между задачами зависит от конечной цели системы управления. Целью моделирования на этом этапе является нахождение такого разбиения структурной единицы на самостоятельные группы, которое бы обеспечивало приемлемую эффективность решения задач при изменении связей между ними в определённых пределах.

1.4. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа реализована в виде программного продукта, выполняемого в вычислительной среде WINDOWS XP. В соответствии с пунктами меню формируются матрицы взаимосвязей между структурными единицами системы управления или между самостоятельными группами структурных единиц. Количество матриц (количество целей управления) задаётся пользователем. В процессе работы программа генерирует для каждой таблицы оптимальный граф и есть возможность получения всех возможных вариантов перестройки исходного графа. Программа позволяет проанализировать полученные графы для всех матриц и выбрать рациональный вариант организационной структуры на множестве матриц.

1.5. Контрольные вопросы

1. Основные задачи при формировании оптимальной организационной структуры управления.

2. Методы определения оптимальной иерархии организационной структуры управления и оптимального разбиения структурных единиц на самостоятельные группы.

3. Порядок выбора рационального варианта организационной структуры в условиях неопределённости целей управления системы.

Лабораторная работа №2

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ LIGHTYEAR

2.1. Цель работы

Ознакомление с системой поддержки принятия решений LIGHTYEAR

2.2. Назначение и основные возможности LIGHTYEAR

Система поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерная система, предназначенная для анализа и выбора решений на основе объективных данных и субъективных суждений лица, принимающего решения (ЛПР).

Основное назначение СППР LIGHTYEAR – поддержка принятия решений в задачах, связанных с выбором одной из нескольких альтернатив (т. е. возможных вариантов решения) с учетом многих критериев.

Основные этапы решения задачи с применением СППР LIGHTYEAR следующие:

- ввод списка альтернатив (возможных вариантов решения);
- указание критериев для сравнения альтернатив. При этом для каждого критерия указывается его тип (числовой, вербальный или графический) и вес (оценка важности критерия);
- ввод оценок альтернатив по каждому критерию, а также указание наиболее желательной и наименее желательной оценок по каждому критерию;
- ввод требований к альтернативам в виде правил;
- расчет обобщенной оценки каждой альтернативы с учетом всех критериев и правил;
- детальный анализ оценок альтернатив или попарное сравнение альтернатив по каждому критерию и каждому правилу (если это требуется);
- выбор лучшей альтернативы.

Таким образом, СППР LIGHTYEAR позволяет выполнять оценку и сравнение альтернатив с учетом как объективных данных (т. е. оценок альтернатив по критериям), так и субъективных суждений ЛПР. К числу субъективных суждений, учитываемых при выборе решений, относятся:

- оценки важности критериев (веса);
- требования к альтернативам, выраженные в виде наиболее желательных и наименее желательных оценок по критериям;
- оценки по вербальным и графическим критериям;
- требования к альтернативам, выраженные в виде правил.

Оценки альтернатив выводятся на экран как в числовой, так и в графической форме (в виде диаграмм).

2.3. Пример решения задачи с применением СППР LIGHTYEAR

Рассмотрим применение СППР LIGHTYEAR на примере решения следующей задачи.

Предприятие предполагает купить новый универсальный станок. Имеется возможность приобрести один из шести станков: DRIMB-2, HEIDEN, UNIMIL, METAID, PRAM-1, DRM-50. Характеристики этих станков приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Хар-ки станков	DRIMB-2	HEIDEN	UNIMIL	METAID	PRAM-1	DRM-50
Количество типов выпускаемых деталей	10	15	8	15	20	25
Производительность, деталей/ч	40	30	50	40	25	25
Стоимость, тыс. ден. ед.	700	800	600	900	650	800
Надежность	отл.	низкая	средняя	хор.	средняя	отл.
Условия гарантийного обслуживания	хор.	хор.	удовл.	отл.	отл.	плохие
Простота ввода в действие	сложно	проще всех	несложно	средняя сложность	очень просто	очень просто
Наличие обученного персонала	есть	нет	есть	есть	нет	нет

Критерии, учитываемые при выборе станка, не одинаковы по важности. По мнению специалистов предприятия, критерии ранжируются по важности следующим образом: производительность, количество типов выпускаемых деталей, надежность, стоимость, наличие обученного персонала, условия гарантийного обслуживания, простота ввода в действие (критерии перечислены в порядке убывания важности).

Кроме того, к станкам предъявляются следующие требования:

1) желательно приобрести станок, для которого на предприятии имеется персонал, обученный работе на этом станке;

2) если стоимость станка составляет 700 тыс. ден. ед. или выше, то желательно, чтобы количество типов выпускаемых деталей составляло не менее 15;

3) надежность станка должна быть не ниже средней;

4) если условия гарантийного обслуживания ниже хороших, то станок можно приобретать только при условии, что на предприятии есть персонал, обученный работе на этом станке.

Требуется выбрать для покупки один из станков с учетом их характеристик и предъявляемых требований.

В этой задаче требуется выбрать одну из шести альтернатив (станков). При выборе учитываются семь критериев (количество типов выпускаемых деталей, производительность и т.д.). Данная задача является слабоструктуризованной, так как в ней учитываются как объективные оценки альтернатив (стоимость, производительность и т.д.), так и качественные факторы (субъективные оценки альтернатив, суждения о важности критериев, требования к альтернативам). Данная задача является также дискретной, так как имеется перечень альтернатив и требуется выбрать одну из них. Кроме того, это задача векторной оптимизации, так как в ней учитывается несколько критериев (семь).

2.4. Работа в СППР LIGHTYEAR. Главное меню

Для управления режимами работы в СППР используются функциональные клавиши F1, F2, F3, F4, а также клавиши управления курсором. Назначение клавиш следующее:

F1 – вызов подсказки;

F2 – выбор (вызов элемента меню, выбор альтернативы, критерия, правила и т. д.);

F3 – возврат (выход в главное меню, отмена выполняемой операции и т. д.).

Назначение клавиши F4 может быть различным в зависимости от режима работы.

Во время работы с СППР в нижней строке экрана всегда имеется подсказка о назначении клавиш.

Главное меню СППР содержит следующие элементы:

MODELS – операции с задачей в целом (начало новой задачи, запись на диск, загрузка с диска и т.д.);

ALTERNATIVES – ввод списка альтернатив;

CRITERIA – ввод списка критериев (с указанием их типа и веса) и оценок альтернатив по критериям;

RULES – ввод правил;

EVALUATE – оценка альтернатив;

UTILITIES – настройка СППР (установка типа монитора, принтера и памяти), а также работа со словарем оценок по вербальным критериям;

QUIT – выход.

Для выбора элемента меню требуется поместить на него курсор и нажать клавишу F2.

2.5. Начало решения задачи

Для начала решения задачи требуется выбрать из главного меню элемент MODELS. На экран выводится меню операций с задачами, а также список задач, хранящихся на диске.

Меню операций с задачами содержит следующие команды: NEW – начало работы с новой задачей; PASTE – копирование задачи; SAVE – сохранение текущей задачи на диске; LOAD – загрузка задачи с диска; ERASE – удаление задачи с диска; RENAME – переименование задачи; VIEW – просмотр задачи; DUPLICATE – дублирование задачи; COMPARE – сравнение двух задач. Выбор элементов меню выполняется клавишей F2.

Для начала работы с новой задачей следует выбрать из меню элемент NEW. Затем требуется указать название новой задачи. Название состоит из двух частей: Subject (предмет) и Version (версия). Обе части названия могут быть любыми. После набора обеих частей названия требуется нажать F2.

Для работы с задачей, уже хранящейся на диске, требуется выбрать из меню элемент LOAD, а затем выбрать задачу из списка. Выбор задачи (как и элемента меню) выполняется клавишей F2.

Примечание. В демонстрационной версии СППР LIGHTYEAR нет возможности сохранения задачи на диске. Для такой версии в списке задач, хранящихся на диске, имеются только демонстрационные примеры, поставляемые вместе с СППР.

2.6. Ввод списка альтернатив

Для работы со списком альтернатив следует выбрать из главного меню элемент ALTERNATIVES. После этого вводятся названия альтернатив. Названия могут содержать русские и латинские буквы, а также другие символы. При необходимости можно удалить альтернативу нажатием F4.

Для рассматриваемого примера требуется ввести названия станков (DRIMB-2, HEIDEN и т.д.).

По окончании ввода списка альтернатив требуется нажать клавишу F3 (для возврата в главное меню).

2.7. Ввод критериев и оценок

Для работы со списком критериев следует выбрать из главного меню элемент CRITERIA. После этого можно вводить (или корректировать) список критериев, а также указывать оценки альтернатив по каждому из критериев.

2.7.1. Ввод списка критериев

Для каждого критерия указывается его название (колонок CRITERIA), тип (MODE) и вес (WEIGHT). Переходы между колонками выполняются с помощью клавиш управления курсором или клавиши TAB.

Названия критериев могут быть любыми.

Тип критерия (MODE) указывается одной буквой: N – числовой, V – вербальный, G – графический. Если указан недопустимый символ (отличный от N, V или G), то выводится сообщение об ошибке; для возобновления работы требуется нажать F2.

Вес критерия (WEIGHT) – целое число из диапазона от 0 до 100. Как указано выше, вес критерия отражает его важность: чем важнее критерий (по мнению ЛПР или эксперта), тем больший вес назначается этому критерию.

Если требуется удалить критерий, следует поместить курсор на его название и нажать F4.

Для рассматриваемой задачи введем названия критериев: «Типы деталей», «Производительность», «Стоимость», «Надежность», «Гарантия», «Ввод в действие», «Персонал». Критерии «Типы деталей», «Производительность» и «Стоимость» – числовые (так как выражены числами); для них в колонке MODE указывается тип N. Критерии «Надежность», «Гарантия» и «Персонал» – вербальные (словесные); для них указывается тип V. Критерий «Ввод в действие» сложно выразить словами (тем более числами), так как среди оценок имеются сравнения альтернатив друг с другом (например, оценка «проще всех»). Используем данный критерий как графический (G).

Веса критериев назначаются экспертами (в виде субъективных оценок) или определяются с помощью методов экспертных оценок. Пусть с помощью одного из методов экспертных оценок найдены веса критериев, приведенные в табл. 2.2. Эти веса указываются в колонке WEIGHT.

Таблица 2.2

Критерий	Типы деталей	Производительность	Стоимость	Надежность	Гарантия	Ввод в действие	Персонал
Вес	20	37	10	12	7	5	9

После ввода списка критериев выполняется ввод оценок альтернатив по каждому из критериев. Для этого требуется поместить курсор на название критерия и нажать F2.

2.7.2. Ввод оценок по числовым критериям

При вводе оценок по числовому критерию на экране появляются две таблицы: для ввода оценок альтернатив по данному критерию (таблица с колонками ALTERNATIVES и VALUE) и для ввода диапазона оценок (VALUE RANGE).

Переходы между таблицами выполняются клавишей TAB.

Сначала следует перейти в таблицу VALUE RANGE и указать диапазон оценок: наиболее желательную оценку (MOST DESIRABLE) и наименее желательную (LEAST DESIRABLE). По умолчанию эти оценки имеют значения 100 и 0 (соответственно); однако этот диапазон обычно не соответствует используемым оценкам, поэтому его требуется изменять. Эти оценки являются субъективными; они выражают требования к решению, предъявляемые ЛПП или экспертом.

После ввода диапазона оценок следует вернуться (нажатием клавиши TAB) в таблицу ввода оценок альтернатив. Если при этом запрашивается подтверждение, то следует подтвердить изменение диапазона оценок (нажатием клавиши Y). Затем вводятся оценки альтернатив по данному критерию.

При вводе оценок альтернатив по числовым критериям необходимо учитывать следующее:

- для критериев, подлежащих максимизации, наиболее желательная оценка (MOST DESIRABLE) должна превышать наименее желательную (LEAST DESIRABLE); для критериев, подлежащих минимизации, – наоборот;
- наиболее желательная и наименее желательная оценки – это субъективные суждения о том, какие оценки желательны, а какие нежелательны. Они назначаются исходя из опыта ЛПП или эксперта, из имеющихся в задаче ограничений и т.д. Эти величины – не то же самое, что лучшая или худшая из оценок имеющихся альтернатив;
- ввод оценок, не входящих в указанный диапазон значений, невозможен. При попытке ввести такую оценку выводится сообщение об ошибке; для возобновления работы требуется нажать F2.

По окончании ввода оценок для всех альтернатив следует нажать клавишу F3.

Пусть в рассматриваемом примере специалистами предприятия высказаны суждения об оценках, приведенные в табл.2.3.

Таблица 2.3

Критерий	Типы деталей	Производительность	Стоимость
Наиболее желательная оценка	25	60	500
Наименее желательная оценка	5	20	1000

2.7.3. Ввод оценок по вербальному критерию

При вводе оценок по вербальному критерию на экране появляются две таблицы: для ввода оценок альтернатив по данному критерию (таблица с колонками ALTERNATIVES и WORDS) и для выбора категории вербальных оценок (таблица с колонками CATEGORY и WORDS). Каждая категория представляет собой группу вербальных оценок (WORDS); лучшая оценка отмечена «звездочкой». Если имеется категория с вербальными оценками, подходящими для данного критерия, то ее следует выбрать нажатием клавиши F2. Если подходящей категории нет, то следует перейти в режим настройки словаря вербальных оценок, чтобы создать подходящую категорию (или скорректировать одну из имеющихся); для этого требуется нажать F4.

После выбора категории вербальных оценок следует указать оценки альтернатив по данному критерию. Для этого сначала выбирается альтернатива (в таблице ALTERNATIVES), а затем для нее выбирается оценка (из таблицы оценок в правой части экрана). Выбор альтернатив и оценок выполняется клавишей F2.

Если категория выбрана неправильно, то можно изменить ее; для этого требуется нажать F4. После этого можно выбрать другую категорию (нажатием F2) или перейти в режим настройки словаря вербальных оценок (нажатием F4). По окончании ввода оценок для всех альтернатив следует нажать F3.

В рассматриваемом примере для критерия «Персонал» следует использовать категорию «да/нет». Обычно она имеется в стандартном наборе категорий вербальных оценок. Эта категория содержит оценки «да», «может быть» и «нет» (в данной задаче не потребуется использовать оценку «может быть»). Для критериев «Надежность» и «Гарантия» следует использовать оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «плохо». Однако в стандартном варианте словаря вербальных оценок нет категории с такими оценками.

После создания новой категории и ввода всех оценок альтернативы будут иметь оценки по вербальным критериям, приведенные в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Критерии	DRIMB-2	HEIDEN	UNIMIL	METAID	PRAM-1	DRM-50
Надежность	отл.	плохо	удовл.	хор.	удовл	отл.
Гарантия	хор.	хор.	удовл.	отл.	отл.	плохо
Персонал	да	нет	да	да	нет	нет

2.7.4. Ввод оценок по графическому критерию

При вводе оценок по графическому критерию на экране появляются шкалы (для каждой альтернативы – своя шкала). Левая граница шкалы соответствует наименее желательной оценке по данному критерию (LEAST DESIRABLE), правая граница – наиболее желательной оценке (MOST DESIRABLE). Оценка альтернативы указывается символом «X», перемещаемым по шкале. Оценка устанавливается с помощью клавиш «←» и «→»; для перехода к оценке следующей альтернативы используются клавиши «↑» и «↓». По окончании ввода оценок для всех альтернатив следует нажать клавишу F3.

2.8. Использование правил

Для работы с правилами следует выбрать из главного меню элемент RULES. Ввод правил возможен только после ввода списка критериев.

В СПИР LIGHTYEAR используются простые и производные (IF-THEN) правила. Кроме того, как простые, так и производные правила могут представлять собой ограничения (обязательные требования) или рекомендации (желательные требования). Рассмотрим эти виды правил на примере.

Напомним, что для рассматриваемой задачи (о выборе станка) имеются четыре правила:

- 1) желательно приобрести станок, для которого на предприятии имеется персонал, обученный работе на этом станке;
- 2) если стоимость станка составляет 700 тыс. ден. ед. или выше, то желательно, чтобы количество типов выпускаемых деталей составляло не менее 15;
- 3) надежность станка должна быть не ниже средней;
- 4) если условия гарантийного обслуживания ниже хороших, то станок можно приобретать только при условии, что на предприятии есть персонал, обученный работе на этом станке.

Здесь правила 1 и 3 являются простыми; они выражают требования к оценке альтернативы по какому-либо одному критерию. Правила 2 и 4 – производные; они выражают требования *компенсации* недостатка по одному критерию высокой оценкой по другому. Например, правило 4 устанавливает, что недостаточное качество гарантийного обслуживания должно компенсироваться наличием персонала, умеющего работать на станке.

Правила 1 и 2 – рекомендации (указанные в них требования желательны). Правила 3 и 4 – ограничения; в них указаны обязательные требования.

2.8.1. Ввод правила

Чтобы создать новое правило, требуется нажать F2. После этого на экран выводится меню типов правил: SIMPLE RULE (простое правило) или IF-THEN RULE (производное).

При выборе простого правила последовательно запрашиваются следующие элементы правила: имя правила (RULE NAME), используемый критерий (CRITERIA), вид сравнения (OPERATORS), величина для сравнения

(VALUES). Для правил-рекомендаций запрашивается также вес правила (RULE WEIGHT).

Имя правила может быть любым. По окончании ввода имени правила требуется нажать F2.

Критерий, используемый в правиле, выбирается из списка, приведенного в колонке CRITERIA. Выбор выполняется клавишей F2.

Вид сравнения (OPERATORS) последовательно задается двумя операторами (выбор оператора выполняется клавишей F2):

1) оператор требования:

- должен быть (MUST BE);
- не должен быть (MUST NOT BE);
- желательно (SHOULD BE);
- нежелательно (SHOULD NOT BE);

2) оператор сравнения:

- равно (EQUAL TO);
- не равно (NOT EQUAL TO);
- больше (GREATER THAN);
- меньше (LESS THAN);
- не меньше (AT LEAST);
- не больше (AT MOST).

Выбор оператора требования MUST BE или MUST NOT BE означает, что создается правило-ограничение, SHOULD BE или SHOULD NOT BE – правило-рекомендация.

Величина для сравнения (VALUES) – это величина критерия, указанная в правиле. Если в правиле используется числовой или графический критерий, то величину для сравнения требуется ввести (по окончании ввода величины требуется нажать F2). Для вербальных критериев эта величина выбирается из списка возможных оценок для данного критерия (также клавишей F2).

Вес правила (RULE WEIGHT) указывается только для правил-рекомендаций. Вес правила представляет собой субъективную оценку важности правила, указываемую экспертом или ЛПП. Ввод веса завершается нажатием клавиши F2. Допустимые значения веса – от 0 до 100; указывать большие величины для весов правил не рекомендуется.

Приведем порядок ввода первого правила для рассматриваемого примера. Вводятся следующие элементы правила: RULE NAME – ПР1 (или любое другое имя правила), CRITERIA – «Персонал», OPERATORS – SHOULD BE EQUAL TO, VALUES – «да», RULE WEIGHT – 10 (значение веса правила может быть и другим). В результате правило будет иметь следующий вид: ПР1 Персонал SHOULD BE EQUAL TO да (WEIGHT=10)

Продукционные правила вводятся в следующем порядке. Сначала запрашивается имя правила. Затем для условной части правила (IF) запрашивается критерий, оператор сравнения и величина для сравнения. Затем для заключения правила (THEN) запрашивается критерий, оператор требования, оператор срав-

нения, величина для сравнения, а также вес (для правил-рекомендаций). Все элементы правила вводятся так же, как и для простого правила.

2.8.2. Корректировка правила

Чтобы скорректировать или удалить существующее правило, требуется поместить курсор на его имя и нажать клавишу F4. После этого имя правила выделяется миганием. Чтобы УДАЛИТЬ правило, требуется нажать F4. Чтобы изменить правило, требуется выделить ту часть правила, которую требуется изменить (для перехода с одной части правила на другую используются клавиши «←» и «→»), и нажать F2. После этого имеется возможность ввести выбранную часть правила или выбрать ее из меню. Выбор или ввод измененной части правила выполняется клавишей F2. Если требуется изменить несколько частей правила (например, оператор сравнения и вес), то требуется повторить всю операцию для каждой из этих частей правила.

2.9. Оценка альтернатив

2.9.1. Обобщенная оценка альтернатив

Чтобы выполнить оценку альтернатив (после ввода всех критериев и правил), требуется выбрать из главного меню элемент EVALUATE. После этого на экран выводится меню, позволяющее выбрать один из трех режимов оценки:

- 1) по всем критериям и правилам (ALL CRITERIA & RULES);
- 2) только по критериям (CRITERIA ONLY);
- 3) только по правилам (RULES ONLY).

Обычно используется оценка по всем критериям и правилам. При этом на экран выводится список альтернатив в порядке их ранжирования (т.е. первой указывается альтернатива с максимальной оценкой). Для каждой альтернативы указывается ее место в ранжировании (RANK) и обобщенная оценка (SCORE), рассчитанная с учетом всех критериев и правил. Эти оценки представляются также в виде диаграммы (чем больше оценка альтернативы, тем длиннее столбец, соответствующий этой альтернативе). Под диаграммой указывается максимально возможная оценка (POSSIBLE) – сумма весов всех критериев и правил.

Если альтернатива НЕ СООТВЕТСТВУЕТ какому-либо правилу-ограничению, то соответствующий столбец диаграммы выделяется красным цветом; это означает, что данная альтернатива НЕ МОЖЕТ БЫТЬ Выбрана в качестве рационального решения.

Максимальную оценку имеет станок UNIMIL; он также соответствует всем правилам-ограничениям. Поэтому можно рекомендовать предприятию приобрести именно этот станок.

Следует также отметить, что станки DRM-50 и HEIDEN не соответствуют некоторым правилам-ограничениям (столбцы диаграммы для этих станков выделены цветом). Станок DRM-50 не соответствует правилу ПР4: у этого станка плохое качество гарантийного обслуживания, и при этом на предпри-

ятии нет персонала, обученного работе на этом станке. Станок HEIDEN не соответствует правилу ПРЗ (низкая надежность).

2.10. Механизм принятия решений в СППР LIGHTYEAR

2.10.1. Оценка альтернатив по числовым критериям

Меры полезности альтернатив по числовым критериям находятся по следующим формулам:

– для критериев, подлежащих максимизации:

$$M = W \cdot \frac{X - D_{LD}}{D_{MD} - D_{LD}};$$

– для критериев, подлежащих минимизации:

$$M = W \cdot \left(1 - \frac{X - D_{MD}}{D_{LD} - D_{MD}} \right),$$

где W – вес критерия;

X – оценка альтернативы по данному критерию;

D_{MD} – наиболее желательное значение критерия (указывается при вводе оценок по данному критерию в строке MOST DESIRABLE);

D_{LD} – наименее желательное значение критерия (указывается при вводе оценок по данному критерию в строке LEAST DESIRABLE).

Таким образом, оценки альтернатив по отдельным критериям пересчитываются в меры полезности. Оценки альтернатив по критериям различаются по размерности (измеряются в разных единицах), по направленности (некоторые критерии подлежат максимизации, другие – минимизации), по диапазону значений. Меры полезности – безразмерные величины (не измеряются в каких-либо единицах). Чем ближе оценка альтернативы к наиболее желательному значению, тем больше мера полезности; чем ближе оценка к наименее желательному значению, тем меньше мера полезности. Поэтому для всех критериев мера полезности чем больше, тем лучше. Максимальное значение меры полезности равно весу критерия (оно достигается в случае, если оценка альтернативы равна наиболее желательному значению). Минимальное значение меры полезности равно нулю (если оценка альтернативы совпадает с наименее желательной). Все это позволяет суммировать меры полезности по отдельным критериям, чтобы получить обобщенные оценки альтернатив.

Приведем расчет мер полезности по числовым критериям для станка DRIMB-2 (в СППР LIGHTYEAR все оценки округляются до целых чисел).

По критерию «Типы деталей»: $M_1 = 20 \cdot \frac{10 - 5}{25 - 5} = 5.$

По критерию «Производительность»: $M_2 = 37 \cdot \frac{40 - 20}{60 - 20} \approx 19.$

По критерию «Стоимость»: $M_3 = 10 \cdot \left(1 - \frac{700 - 500}{1000 - 500} \right) = 6.$

2.10.2. Оценка альтернатив по вербальным критериям

Меры полезности альтернатив по вербальным критериям находятся по следующей формуле:

$$M = W \cdot \frac{X}{100},$$

где W – вес критерия;

X – вес вербальной оценки альтернативы по данному критерию (эти веса указываются в словаре вербальных оценок).

Таким образом, вербальные (словесные) оценки альтернатив преобразуются в числовые оценки – меры полезности. Чем лучше вербальная оценка (чем больше ее вес), тем больше мера полезности. Для наилучшей вербальной оценки обычно используется вес 100, для наихудшей – 0; в этих случаях мера полезности альтернативы равна W и 0 соответственно.

Приведем расчет мер полезности по вербальным критериям для станка DRIMB-2.

По критерию «Надежность»: $M_4 = 12 \cdot 100/100 = 12$. Здесь 12 – вес критерия «Надежность»; 100 (в числителе формулы) – вес вербальной оценки «отлично», использованной для оценки станка DRIMB-2 по данному критерию.

По критерию «Гарантия»: $M_5 = 7 \cdot 75/100 \approx 5$.

По критерию «Персонал»: $M_7 = 9 \cdot 100/100 = 9$.

2.10.3. Оценка альтернатив по графическим критериям

Меры полезности альтернатив по графическим критериям находятся по следующей формуле:

$$M = W \cdot \frac{X}{100},$$

где W – вес критерия;

X – оценка альтернативы по графическому критерию (в процентах).

Оценка альтернатив по графическому критерию задается с помощью отметки на шкале. Положение отметки у левой границы (наименее желательное значение) соответствует значению 0, у правой границы (наиболее желательное значение) – 100 %. Таким образом, величина X определяется из диапазона от 0 до 100 % пропорционально положению отметки на шкале.

Выполним расчет меры полезности по графическому критерию «Ввод в действие» для станка DRIMB-2. Его оценка (см. табл. 2.1) примерно соответствует величине 10 %. Находим меру полезности: $M_6 = 5 \cdot 10/100 \approx 1$ (напомним, что оценки в LIGHTYEAR округляются до целых чисел).

2.10.4. Оценка альтернатив по правилам

Оценка альтернатив по правилам выполняется по-разному в зависимости от типа правил (ограничение или рекомендация).

При использовании простых правил-рекомендаций альтернативы оцениваются следующим образом:

– если альтернатива соответствует правилу, то мера полезности равна весу правила;

– если альтернатива не соответствует правилу, то мера полезности равна нулю.

При использовании продукционных правил-рекомендаций альтернативы оцениваются следующим образом:

– если альтернатива удовлетворяет условной части правила (IF) и заключению (THEN), то она считается соответствующей данному правилу, и ее мера полезности равна весу правила;

– если альтернатива удовлетворяет условной части правила (IF), но не удовлетворяет заключению (THEN), то она считается не соответствующей правилу, и ее мера полезности равна нулю;

– если альтернатива *не удовлетворяет* условной части правила (IF), то она считается удовлетворяющей правилу, и ее мера полезности равна весу правила (независимо от того, удовлетворяет она заключению или нет).

Такой способ оценки по продукционным правилам связан с назначением таких правил. Как отмечено выше, продукционные правила применяются для того, чтобы потребовать *компенсации* недостатка по одному критерию достоинством по другому. Поэтому *несоответствие* альтернативы условной части правила – *преимущество*, а не недостаток данной альтернативы.

Правила-ограничения не имеют веса. По таким правилам альтернативы могут получить только две оценки: «пропущена» (Passed) или «не пропущена» (Failed).

При использовании простых правил-ограничений альтернатива получает оценку «пропущена», если она соответствует правилу, и оценку «не пропущена», если не соответствует.

При использовании продукционных правил-ограничений альтернативы оцениваются следующим образом:

если альтернатива удовлетворяет условной части правила (IF) и заключению (THEN), то она считается соответствующей данному правилу и получает оценку «пропущена»;

– если альтернатива удовлетворяет условной части правила (IF), но не удовлетворяет заключению (THEN), то она считается не соответствующей правилу и получает оценку «не пропущена»;

– если альтернатива *не удовлетворяет* условной части правила (IF), то она считается соответствующей правилу и получает оценку «пропущена» (независимо от того, удовлетворяет она заключению или нет).

Рассмотрим оценку альтернативы DRIMB-2 по правилам.

PP1 Персонал SHOULD BE EQUAL TO да (WEIGHT=10)

PP2 IF Стоимость AT LEAST 700 THEN Типы деталей
SHOULD BE AT LEAST 15 (WEIGHT=20)

PP3 Надежность MUST BE AT LEAST удовл (ELIMINATION RULE)

PP4 IF Гарантия LESS THAN хор THEN Персонал

MUST BE EQUAL TO да (ELIMINATION RULE)

На предприятии есть персонал, обученный работе на станке DRIMB-2. Значит, этот станок соответствует правилу ПР1. Поэтому его мера полезности по данному правилу равна 10 (т.е. весу правила).

Стоимость станка – 700 тыс. ден. ед. Согласно правилу ПР2, желательно, чтобы высокая стоимость (700 тыс. и выше) компенсировалась большим количеством типов выпускаемых деталей (не менее 15). Однако станок DRIMB-2 выпускает только 10 типов деталей; значит, он не соответствует этому правилу. Поэтому его мера полезности равна нулю.

Надежность станка DRIMB-2 – отличная; значит, он соответствует правилу ПР3 (пропущен по этому правилу).

Условия гарантийного обслуживания для данного станка – хорошие; в этом случае наличие персонала, обученного работе на станке, не является строго обязательным. Значит, станок соответствует правилу ПР4.

2.10.5. Обобщенная оценка альтернатив

Обобщенная оценка альтернативы в СППР LIGHTYEAR рассчитывается как сумма мер полезности по всем критериям и правилам; чем больше обобщенная оценка, тем лучше альтернатива.

Для рассматриваемого примера обобщенная оценка станка DRIMB-2 находится следующим образом:

$$M_{\text{DRIMB-2}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_{\text{ПР1}} + M_{\text{ПР2}} = 5 + 19 + 6 + 12 + 5 + 1 + 9 + 10 + 0 = 67$$

Здесь M_1, M_2, \dots, M_7 – меры полезности станка DRIMB-2 по критериям; $M_{\text{ПР1}}, M_{\text{ПР2}}$ – меры полезности по правилам ПР1 и ПР2.

Кроме того, станок DRIMB-2 соответствует всем правилам-ограничениям (ПР3 и ПР4).

В табл. 2.5 приведем оценки всех альтернатив по критериям и правилам, а также обобщенные оценки. Для правил-ограничений обозначение «+» означает соответствие правилу (альтернатива пропущена), «-» – несоответствие (альтернатива не пропущена).

Таблица 2.5

	DRIMB-2	HEIDEN	UNIMIL	METAID	PRAM-1	DRM-50
Типы деталей	5	10	3	10	15	20
Производительность	19	9	28	19	5	0
Стоимость	6	4	8	2	7	4
Надежность	12	1	6	9	6	12
Гарантия	5	5	3	7	7	0
Ввод в действие	1	5	4	3	5	5
Персонал	9	0	9	9	0	0
Правило 1	10	0	10	10	0	0
Правило 2	0	20	20	20	20	20
Правило 3	+	-	+	+	+	+
Правило 4	+	+	+	+	+	-
Обобщенная оценка	67	54	91	88	64	61
Соответствие правилам-ограничениям	соотв.	не соотв.	соотв.	соотв.	соотв.	не соотв.

Как уже отмечено выше, для закупки следует рекомендовать станок UNIMIL, имеющий максимальную обобщенную оценку и соответствующий всем правилам-ограничениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельман, Р. Динамическое программирование / Р. Бельман ; пер. с англ. / под ред. Н. Н. Воробьева. – М. : ИЛ, 1960.
2. Бельман, Р. Прикладные задачи динамического программирования / Р. Бельман, С. Дрейфус ; пер. с англ. / под ред. А. А. Первозванского. – М. : Наука, 1965.
3. Вентцель, Е. С. Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М. : Сов. радио, 1972.
4. Грешилов, А. А. Как принять наилучшее решение в реальных условиях / А. А. Грешилов. – М. : Радио и связь, 1991.
5. Системное проектирование взаимодействия человека с техническими средствами. – М. : Высш. шк., 1991.
6. Мельцер, М. И. Разработка алгоритмов АСУП / М. И. Мельцер. – М. : Высш. шк., 1975.
7. Первозванский, А. А. Математические модели в управлении производством / А. А. Первозванский. – М. : Высш. шк., 1975.
8. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов по спец. «Автоматизированные системы управления» / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 1985.
9. Свами, М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман ; пер. с англ. – М. : Мир, 1984.
10. Кнут, Д. Искусство программирования для ЭВМ. В 2 т. Т.1. Основные алгоритмы / Д. Кнут. – М. : Мир, 1976.
11. Никульшин, Б. В. Лабораторный практикум по курсу «Основы автоматизированного управления» / Б. В. Никульшин, А. А. Иванчиков, О. Н. Сивиренцева. – Минск : БГУИР, 1999.

Учебное издание

Никольшин Борис Викторович
Русин Виталий Геннадьевич

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКА

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-40 01 01
«Программное обеспечение информационных технологий»
дневной формы обучения

Редактор Т. П. Андрейченко
Корректор А. В. Тюхай

Подписано в печать 02.06.2011.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 1,0.	Тираж 50 экз.	Заказ 85.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6