

areas, and the task of building reference areas goes into the task of dividing the many areas into k classes. After a finite number of cycles of operation of this algorithm, a stable classification will be achieved and no vector will be transferred from one class to another. The number of classes obtained will correspond to the number of characters in the

УДК 005+65.011.56

generated alphabet. The resulting alphabet classification of characters will be a classifier of unusual phenomena in the course of the analyzed process.

Keywords: experimental curves, linguistic analysis, classification.

САВКОВА Е.О., к.т.н., доцент (ГОУ ВПО «ДонНТУ»),
МАТЯХ И.В., аспирант (ГОУ ВПО «ДонНТУ»),
МИЛАЯ А.С., бакалавр (ГОУ ВПО «ДонНТУ»)

3D-модель матрицы полезностей для принятия решения в условиях многокритериальности

Savkova E.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor (DNTU),
Matyah I.V., graduate student (DNTU),
Milaya A.S., bachelor (DNTU)

3D model of the utility matrix for acceptance of solutions in the multi-criteria conditions

Постановка проблемы

В процессе принятия решения руководитель должен руководствоваться множеством различных условий, критериев и случайных факторов. Однако большинство методик не дают возможности руководителю посмотреть на задачу со стороны не одного критерия, а сразу нескольких. Ведь руководителю важна не только максимизация прибыли, но и, например, минимизация расходов или минимизация затраченного времени.

Несомненно, руководитель может воспользоваться уже существующими методами решения многокритериальных задач. Но эти методы не позволяют рассмотреть каждое альтернативное решение с учетом случайных факторов, влияющих

на оценку альтернативы по каждому отдельному критерию. Поэтому возникла необходимость разработки и исследования возможности использования 3D-модели матрицы полезностей для принятия решения в условиях многокритериальности с учетом случайных внешних факторов.

Цель, задачи и актуальность работы

Целью данной статьи является разработка и исследование возможности применения трёхмерной матрицы полезностей для решения многокритериальных задач в условиях неопределенности.

Задачи:

1. Определить понятие 3D-модели матрицы полезностей;
2. Сформулировать задачу принятия решения в условиях

неопределённости;

3. Определить критерии и сформировать для каждого из них матрицу полезностей;

4. Сформировать 3D-модель матрицы полезностей;

5. Обосновать рациональность и оптимальность использования такой модели.

Актуальность статьи обусловлена необходимостью принятия решения руководителем согласно нескольким критериям в условиях неопределённости.

Основная часть

Определение понятия 3D-модели матрицы полезностей.

Матрица полезностей строится путём определения ожидаемых доходов a_{ij} для случаев, когда будет принято решение X_i (из множества анализируемых альтернатив $\{X_i, i = \overline{1, m}\}$), а внешняя, не зависящая от ЛПР ситуация сложится такая, которая соответствует событию θ_j (из множества событий полной группы

$\{\theta_j, j = \overline{1, n}\}$, влияющей на экономический результат). В результате получаем матрицу $A = (a_{ij})$, которую в теории называют матрицей полезностей [1]. Структура матрицы полезностей следующая:

$$A = \begin{matrix} & \theta_1 & \theta_2 & \dots & \theta_n \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

(как видно, элемент a_{ij} стоит на пересечении i -той строки, которая соотносится с решением X_i , и j -того столбца, который соотносится с внешней случайной ситуацией θ_j).

Представим данную матрицу полезностей графически (см. рис. 1), где по оси x будут располагаться события из множества событий полной группы, а по оси y – альтернативы из множества анализируемых альтернатив.

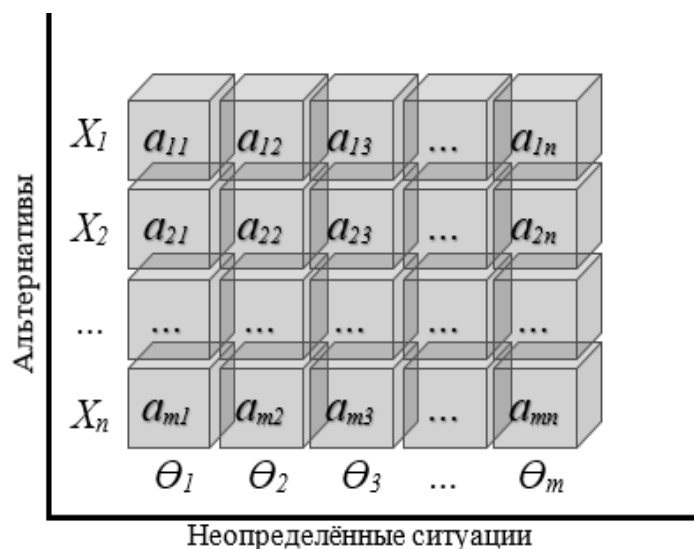


Рис. 1. Графическое отображение матрицы полезностей

Данная матрица полезностей построена для одного критерия. Чтобы построить матрицу полезностей для нескольких критериев одновременно, добавим ось z к которой прикрепим множество всех необходимых

критериев $C = \{C_k, k = \overline{1, p}\}$. Таким образом получаем трёхмерную матрицу полезностей $A = \{a_{ijk}\}$, графическое отображение которой представлено на рис. 2.

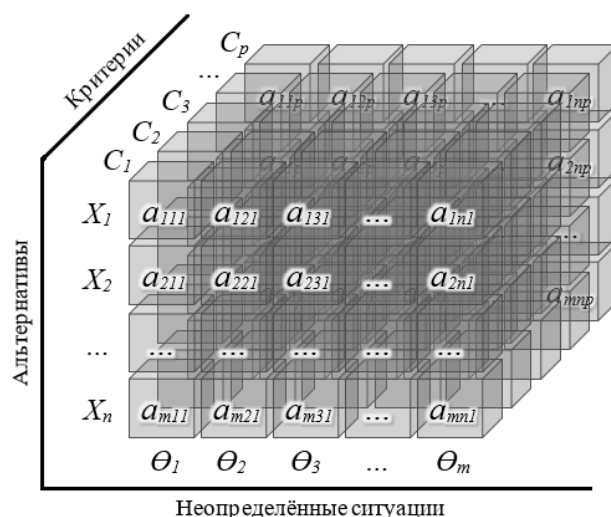


Рис. 2. Графическое отображение трёхмерной матрицы полезностей

Подобное представление матрицы полезностей даёт возможность быстро и без долгих вычислений выполнить следующие действия:

- разбивая куб на вертикальные срезы перпендикулярно оси критериев, получить p матриц полезностей однокритериальных задач в условиях неопределенности (1);

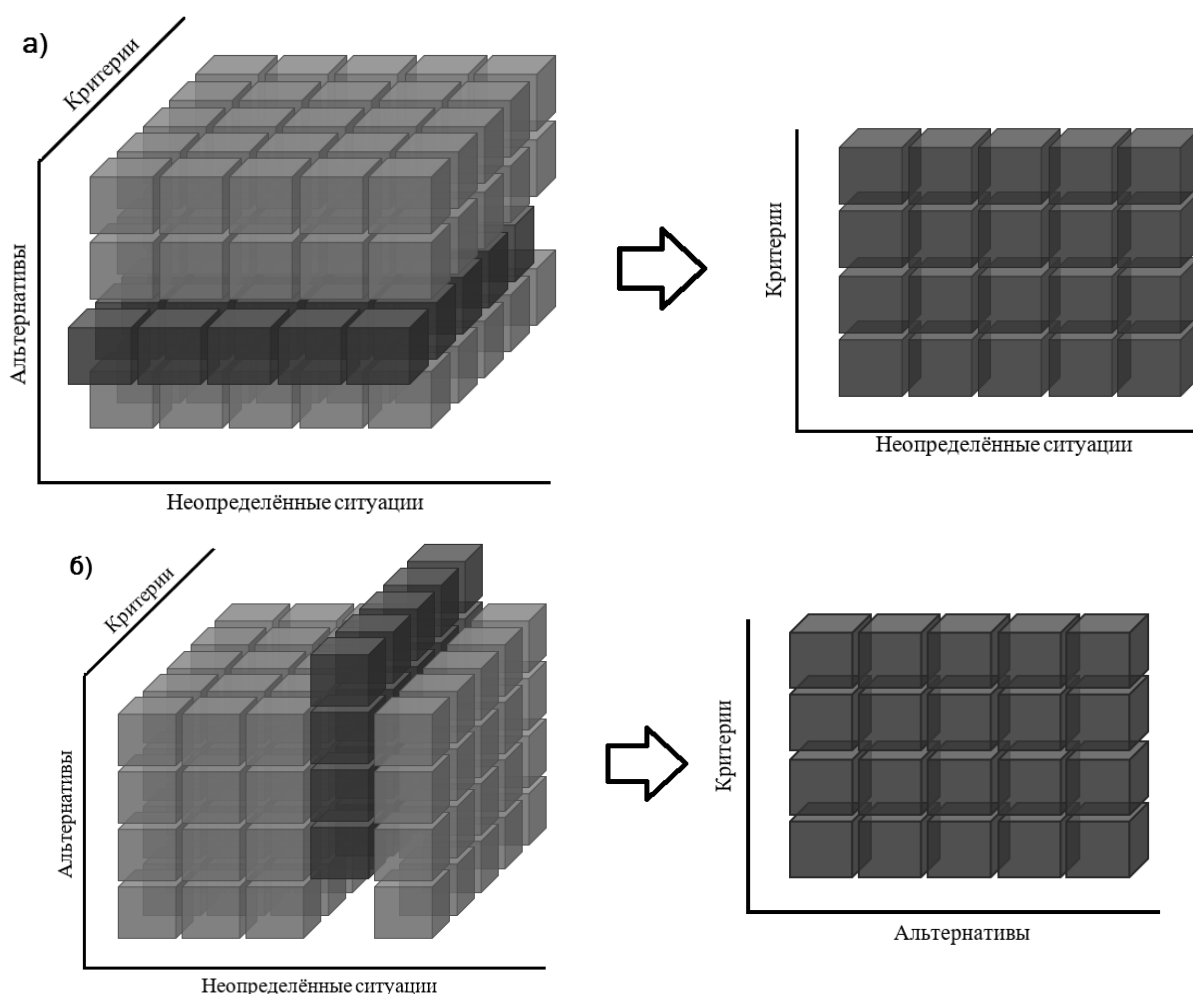
- разбивая куб на горизонтальные срезы перпендикулярно оси альтернатив, получить информацию о каждой из неопределённых ситуаций по каждому критерию, в результате чего становится возможным определить, какая из ситуаций будет самой благоприятной, а какая, наоборот, – самой неблагоприятной, для конкретно взятой альтернативы как для отдельных, так и для совокупности (выборки) любых критериев из множества C ;

- разбивая куб на вертикальные срезы перпендикулярно оси неопределённых ситуаций, получить m двумерных матриц полезностей, описывающих m многокритериальных задач, решение которых даст информацию о том какая альтернатива для конкретно взятой ситуации (события) будет наилучшей, а какая – наихудшей, как для какого-либо отдельного критерия, так и для их совокупности.

Выбирая из куба какой-либо определённый срез, получаем двумерную матрицу полезностей, к которой можно применить любой метод выбора наилучшей альтернативы [2]. Кроме того, любой из классических или производных методов можно применить и к трёхмерной матрице полезностей по следующему алгоритму:

1. Куб разбивается на срезы перпендикулярно любой из осей, в зависимости от результата, который хочет получить лицо, принимающее решение (ЛПР). Если ЛПР необходимо выбрать наилучшую альтернативу по всем ранее определённым критериям (например, максимизация прибыли и минимизация затрат), вне зависимости от того, какое из неопределённых событий полной группы произойдёт, разбиение на срезы производится перпендикулярно оси критериев (рис. 3.а). Если ЛПР хочет узнать, какое из

неопределённых событий полной группы наиболее благоприятно для большинства критериев, вне зависимости от выбора конкретной альтернативы, разбиение на срезы следует производить перпендикулярно оси критериев (рис. 3.б). В случае же, когда ЛПР интересуется, какой из критериев наиболее точно выполнится и при выборе какой из альтернатив это произойдёт, вне зависимости от неопределённых ситуаций, срез производится перпендикулярно оси альтернатив (рис. 3.в).



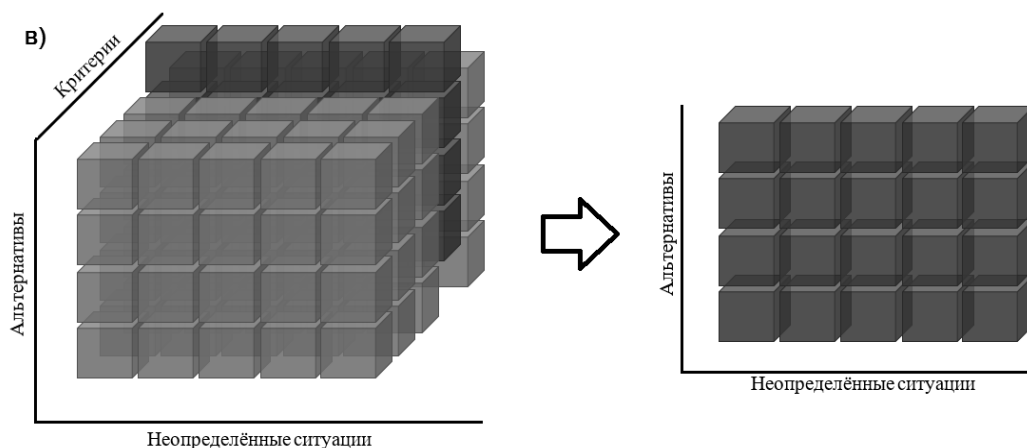


Рис. 3. Разбиение на срезы: а) для выбора наилучшей альтернативы; б) для выбора наиболее благоприятного события; в) для выбора критерия

2. Затем к полученным из срезов двумерным матрицам применяется выбранный ранее метод поиска оптимального решения, в результате чего получаем столбец значений.

3. К полученному столбцу снова применяется метод поиска оптимального решения (либо тот же, либо любой другой). Далее можно выделить срез или срезы, которому это значение соответствует, для дальнейших более детальных исследований.

В результате этого решением задачи принятия решения с помощью трёхмерной матрицы полезностей становится та альтернатива/событие/критерий, которая соответствует выделенному срезу.

Применение методики.

Рассмотрим вышеописанную методику поиска оптимального решения в условиях неопределённости на примере.

Руководителю компании «Корпорация ПАРУС» необходимо принять решение о распределении работ по обслуживанию программного

обеспечения в нескольких организациях. Время обслуживания необходимо распределить таким образом, чтобы получить максимальный доход, минимизировать затраты и задействовать как можно меньшее количество сотрудников.

В [3] описано множество неопределённых ситуаций $\{\theta_j, j = \overline{1, n}\}$ и множество альтернативных решений $\{X_i, i = \overline{1, m}\}$. Определим множество критериев задачи $\{C_k, k = \overline{1, p}\}$:

C_1 – максимизация прибыли;

C_2 – минимизация расходов;

C_3 – минимизация количества используемых трудовых ресурсов (сотрудников компании).

Таким образом, имеем набор критериев $\{C_k, k = \overline{1, 3}\}$.

Задача руководителя – найти наиболее оптимальную альтернативу, удовлетворяющую наибольшему количеству критериев, вне зависимости от ситуации, которая может произойти.

Сформируем матрицу полезностей для каждого критерия C_k из множества $\{C_k, k = \overline{1, 3}\}$.

$$C_1 = \begin{matrix} X_{11} \\ X_{21} \\ X_{31} \\ X_{41} \end{matrix} \begin{pmatrix} \theta_{11} & \theta_{21} & \theta_{31} & \theta_{41} & \theta_{51} \\ a_{111} & a_{121} & a_{131} & a_{141} & a_{151} \\ a_{211} & a_{221} & a_{231} & a_{241} & a_{251} \\ a_{311} & a_{321} & a_{331} & a_{341} & a_{351} \\ a_{411} & a_{421} & a_{431} & a_{441} & a_{451} \end{pmatrix}$$

$$C_3 = \begin{matrix} X_{13} \\ X_{23} \\ X_{33} \\ X_{43} \end{matrix} \begin{pmatrix} \theta_{13} & \theta_{23} & \theta_{33} & \theta_{43} & \theta_{53} \\ a_{113} & a_{123} & a_{133} & a_{143} & a_{153} \\ a_{213} & a_{223} & a_{233} & a_{243} & a_{253} \\ a_{313} & a_{323} & a_{333} & a_{343} & a_{353} \\ a_{413} & a_{423} & a_{433} & a_{443} & a_{453} \end{pmatrix}$$

$$C_2 = \begin{matrix} X_{12} \\ X_{22} \\ X_{32} \\ X_{42} \end{matrix} \begin{pmatrix} \theta_{12} & \theta_{22} & \theta_{32} & \theta_{42} & \theta_{52} \\ a_{112} & a_{122} & a_{132} & a_{142} & a_{152} \\ a_{212} & a_{222} & a_{232} & a_{242} & a_{252} \\ a_{312} & a_{322} & a_{332} & a_{342} & a_{352} \\ a_{412} & a_{422} & a_{432} & a_{442} & a_{452} \end{pmatrix}$$

Сформируем трёхмерную модель матрицы полезностей (рис. 4).

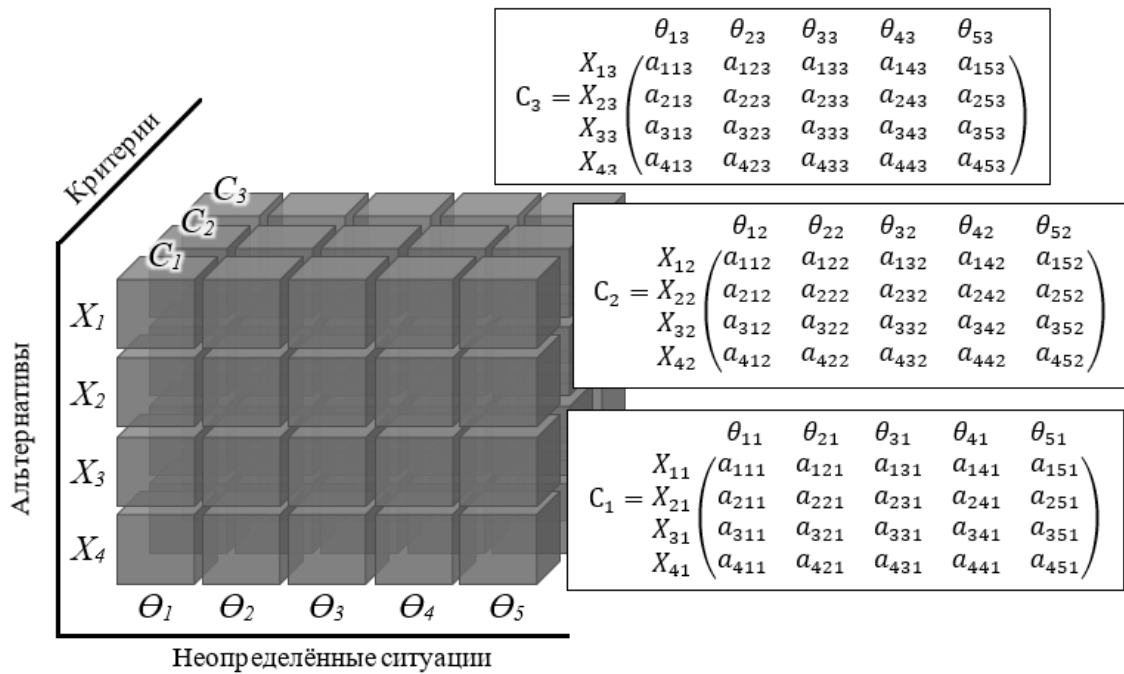


Рис. 2. Трёхмерная модель матрицы полезностей

Для определения лучшей альтернативы выделим четыре среза (по количеству альтернатив) и запишем их матрицы полезностей.

$$X_1 = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} \begin{pmatrix} \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 & \theta_5 \\ a_{111} & a_{112} & a_{113} & a_{114} & a_{115} \\ a_{121} & a_{122} & a_{123} & a_{124} & a_{125} \\ a_{131} & a_{132} & a_{133} & a_{134} & a_{135} \end{pmatrix}$$

$$X_2 = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} \begin{pmatrix} \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 & \theta_5 \\ a_{211} & a_{212} & a_{213} & a_{214} & a_{215} \\ a_{221} & a_{222} & a_{223} & a_{224} & a_{225} \\ a_{231} & a_{232} & a_{233} & a_{234} & a_{235} \end{pmatrix}$$

$$X_3 = \begin{matrix} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 & \theta_5 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{311} & a_{312} & a_{313} & a_{314} & a_{315} \\ a_{321} & a_{322} & a_{323} & a_{324} & a_{325} \\ a_{331} & a_{332} & a_{333} & a_{334} & a_{335} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$X_4 = \begin{matrix} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 & \theta_5 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{411} & a_{412} & a_{413} & a_{414} & a_{415} \\ a_{421} & a_{422} & a_{423} & a_{424} & a_{425} \\ a_{431} & a_{432} & a_{433} & a_{434} & a_{435} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Применив какой-либо классический или производный метод к каждой матрице получим четыре оптимальных значения $a'_{1ij}; a'_{2ij}; a'_{3ij}; a'_{4ij}$. Записав их в виде столбца и применив тот же самый или другой метод, получим значение a'_{kij} , следовательно, оптимальным решением является альтернатива X_k .

Вывод

В ходе работы была исследована методика решения многокритериальных задач принятия решения в условиях неопределённости путём составления трёхмерной матрицы полезности и непосредственной работы с ней. Преимуществами данной методики являются:

- возможность посмотреть на задачу одновременно с нескольких сторон;
- возможность одновременного применения различных критериев поиска оптимального решения;
- методика учитывает несколько целей, поставленных руководителем (максимизация прибыли, минимизация затрат, минимизация расхода трудовых ресурсов и т.д.), и позволяет выбрать оптимальное

решение сразу для всех критериев (ограничений).

Среди недостатков можно отметить сложность восприятия, однако, это не слишком существенный минус сравнительно с преимуществами данного метода поиска решений.

На основе трёхмерной матрицы полезностей можно также выполнять сравнительный анализ альтернативных решений с целью определить субоптимальные, но подходящие руководителю решения.

Список литературы:

1. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике: выбор в условиях неопределенности: учебник для вузов / Г. Л. Бродецкий. - М.: ИЦ «Академия», 2010. – 336 с.
2. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений: учебное пособие / И.Г. Черноруцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 416 с.
3. Милая, А.С. Формализация задачи принятия решения об оптимизации работы по обслуживанию клиентов в условиях неопределённости / А.С. Милая, Е.О. Савкова // Электронные информационные системы, №1 (12) 2017 г. – М., АО «НТЦ ЭЛИНС». – С. 82-93

Аннотации:

В статье предложена и рассмотрена 3D-модель матрицы полезностей, выполнен ее анализ и предложен обобщенный алгоритм решения многокритериальной задачи принятия решений в условиях неопределенности на основе данной модели. Суть методики состоит в том, что матрица-куб разбивается на срезы параллельные какой-либо оси (ось альтернативных решений, ось неопределенных внешних ситуаций или ось критериев) и в результате получается несколько двумерных матриц полезностей, к которым можно применить любой из стандартных методов

решения задач принятия решений. Показано применение описанной методики поиска оптимального решения в условиях неопределённости на примере.

Ключевые слова: 3D-модель, матрица полезностей, задачи принятия решений, многокритериальность, условия неопределённости

The article proposed and reviewed a 3D model of the utility matrix, made its analysis and proposed a generalized algorithm for solving a multi-critical decision-making problem under conditions of uncertainty based on this model. The

essence of the technique is that the matrix-cube is divided into sections parallel to any axis (the axis of alternative solutions, the axis of un-defined external situations, or the axis of criteria) and as a result we get several two-dimensional utility matrices to which we can apply any of the standard methods for solving decision-making' problems. The application of the described method to finding the optimal solution in the conditions of uncertainty is shown by example.

Keywords: 3D-model, utility matrix, decision-making tasks, multi-criteria, uncertainty conditions.

УДК 681.2.084

РАХМАТОВ В.З., доцент (Донецкий институт железнодорожного транспорта)

Виртуальные лаборатории в системе обучения студентов

Rakhmatov V.Z., Assistant Professor (DRTI)

Virtual laboratories are in the departmental of students teaching

Введение

Непрерывное развитие и совершенствование систем железнодорожной автоматики постоянно повышает квалификационные требования к обслуживающему персоналу. Одновременно значительный моральный и физический износ лабораторных макетов и измерительных средств, применяемых при обучении студентов, требуют применения новых подходов и методов при обучении студентов. Отсутствие необходимого финансирования и сложность в получении нового оборудования не дает возможности своевременного обновления измерительных средств и лабораторных макетов в лабораториях, поэтому применение виртуальных

лабораторий при обучении студентов позволит решить многие проблемы. Виртуальная лаборатория по определению В.В. Трухина [1] представляет сложный аппаратно-программный комплекс, позволяющий проводить исследования систем и устройств без непосредственного контакта с реальными объектами или при полном отсутствии таковых. В первом случае мы имеем дело с так называемой лабораторной установкой с удаленным доступом, в состав которой входит реальная лаборатория, аппаратно-программное обеспечение для управления объектами и оцифровки полученных данных, а также средства коммуникации. Во втором случае все процессы моделируются при помощи компьютера. В обоих случаях появляется возможность наглядной демонстрации физических процессов,