$$\sum_{j=1}^{n} z_j x_i \geq g_j\,, \quad (j=\overline{1,n}) \tag{7}$$

$$x_j \geq 0\,, \quad x_i \geq 0 \tag{8}$$

Здесь: g_j – ограничение на количество привлекаемых подразделений в соответствующий район привлечения; c_j – коэффициенты целевой функции, принимающие значения времени привлечения соответствующего подразделения; b_i – ограничение, устанавливающее количество привлекаемых подразделений; a_i, z_j – коэффициенты, определяемые в результате решения задачи ЛП – $a_i, z_j = 1$, если вариант принят, $a_i, z_j = 0$, в противном случае.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕРКИ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Белоусов К.Н.
Иркутский государственный университет путей сообщений

При анализе экспертных оценок часто возникает проблема их согласованности. Она связана с тем, что эксперт, сравнивая альтернативы попарно, не обязан думать о взаимоотношениях этих альтернатив со всеми остальными. При этом могут возникнуть нарушения транзитивности суждений, которые делают бессмысленной дальнейшую обработку результатов. Вероятность возможных нарушений согласованности повышается с увеличением размерности оценочных матриц. Для решения указанной проблемы предлагается использовать следующий алгоритм.

Пусть в распоряжении исследователя имеется статистическая информация об объектах исследования, функционирование которых оценивается по k показателям. Сформируем эту информацию в виде матрицы

$$X = \left\| x_{ij} \right\|, i = \overline{1, n},\ j = \overline{1, k} \tag{1}$$

где: n - число рассматриваемых объектов исследования; X_{ij} - значение j-того оценочного критерия для i-того объекта.

Для последующего корректного формирования исходных данных для задачи ЛП необходимо привлечение квалифицированного эксперта или группы экспертов. Задача эксперта на первом этапе сводится к определению пар объектов, в которых один функционирует в целом "лучше" по отношению ко второму по выделенному блоку показателей. Или, формально, к определению индексного множества пар:

$$A=\{(i_1,j_1),(i_2,j_2),\ldots,(i_f,j_f)\} \tag{2}$$

для которых $K^{i_p} \geq K^{j_p},\ p=\overline{1,f}$.

Вместе с тем, могут существовать такие пары объектов результаты функционирования которых, по мнению экспертов, являются примерно одинаковыми. На их основе формируется другое индексное множество - **E**:

$$E = \{(a_1,b_1),(a_2,b_2),\ldots,\ (a_t,b_t)\}, \tag{3}$$

для которого $K^{a_c} = K^{b_c}$, $c=\overline{1,t}$.

Как указывалось выше, основными трудностями парных сравнений являются нарушения транзитивности отношений пар объектов и неполнота экспертных определений, заключающаяся в несоответствии указанных во множествах ***A*** и ***E*** объектов исследования к их исходному заданию.

На основе указанных экспертами пар предпочтений и эквивалентности строится вспомогательная матрица **Y** размерности, $n \times n$, по которой осуществляется предварительная оценка результатов экспертизы. Величины y_{gh} устанавливают соотношения между объектами и в соответствии с (2 и 3), могут быть определены следующим образом:

$$y_{gh} = \begin{cases} +1, если \quad g \quad предпочтительнее \; h; \\ -1, если \quad h \quad предпочтительнее \; g; \\ 0, если \quad g, h \quad равноценны \quad . \end{cases} \tag{4}$$

Очевидна асимметричность пары элементов y_{gh} и y_{hg} относительно главной диагонали матрицы **Y**. Поэтому достаточно рассмотрения наддиагональной части указанной матрицы.

Далее, в соответствии с требованиями достижения транзитивности, добавляются новые соотношения между объектами по следующим правилам (5):

5.1. если y_{gh_1} = 0 и y_{gh_2} = -1, то $y_{h_1h_2}$ = -1;

5.2. если y_{gh_1} = 1 и y_{gh_2} = -1, то $y_{h_1h_2}$ = -1;

5.3. если y_{gh_1} = 0 и y_{gh_2} = 1, то $y_{h_1h_2}$ = 1;

5.4. если y_{gh_1} = -1 и y_{gh_2} = 1, то $y_{h_1h_2}$ = 1;

5.5. если y_{gh_1} = 1 и y_{gh_2} = 0, то $y_{h_1h_2}$ = -1;

5.6. если y_{gh_1} = -1 и y_{gh_2} = 0, то $y_{h_1h_2}$ = 1;

5.7. если y_{gh_1} = 0 и y_{gh_2} = 0, то $y_{h_1h_2}$ = 0;

5.8. если y_{gh_1} = -1 и y_{gh_2} = -1, то $y_{h_1h_2}$ = 0;

5.9. если y_{gh_1} = 1 и y_{gh_2} = 1, то $y_{h_1h_2}$ = 0;

где $g = \overline{1,n}$, $h_1 = \overline{1,n}$, $h_2 = \overline{1,n}$.

В случае, если добавляемое соотношение уже имеет значение, полученное на этапе построения вспомогательной матрицы, производится генерация сообщения о нарушении условия транзитивности.

Найденные в результате реализации алгоритма пары объектов, нарушающие условие транзитивности, исключаются либо алгоритмически, либо на основе интерактивного диалога с экспертом. Во втором случае будет выводиться сообщение о противоречии с указанием пар соотношений, в которых произошло нарушение транзитивности.

Оценка неполноты экспертных высказываний проводится после проверки нетранзитивности отношений на основе построенной матрицы **Y** по следующему правилам (6):

6.1. g = 1, h = 1, $w_g = \{0,...,0\}$, где $q = \overline{1,m}$, $h = \overline{1,m}$;

6.2. если $y_{gh} = \begin{cases} +1, \\ -1, \\ 0, \end{cases}$, то $w_g = w_g + 1$, переход п.2.8.3, иначе $w_g = w_g$;

6.3. если h = m + 1, то g = g + 1 переход п. 2.8.4, иначе h = h + 1, переход п. 2.8.2;

6.4. если g = m, то переход п. 2.8.5, иначе переход п. 2.8.2

6.5. вывод w_g.

Здесь правило 6.2 устанавливает число ***h*** объектов, находящихся в соотношениях с ***g*** объектом вспомогательной матрицы **Y**.

Приведенный алгоритмический подход также может использоваться для согласованности групповых экспертных высказываний и является достаточно эффективным при экспертной оценке любого количества объектов исследования.

ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ ОБЩЕГО ВИДА ДЛЯ ВВП РОССИИ.

Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В.,
Тарушкина Л.Т., Юрков А.В.
Санкт-Петербургский
Государственный Университет

Промежуток времени за последние 18 лет разбивается на две части: кризис ($z_1 = 0$ (1989 г.), $z_2 = 1$ (1990 г.), . . . , $z_{11} = 10$ (1999 г.)); стабилизация ($z_{12} = 11$ (2000 г.),…, $z_{18} = 17$ (2006 г.)).

Аналогично [1] имеем: $y_1 = 2$, $y_2 = 0$, $y_3 = -12$, $y_4 = -18$, $y_5 = -14$, $y_6 = -20$, $y_7 = -3$, $y_8 = -5$, $y_9 = 2$, $y_{10} = -4$, $y_{11} = -2$, $y_{12} = 8$, $y_{13} = 5$, $y_{14} = 4$, $y_{15} = 6$, $y_{16} = 5$, $y_{17} = 5$, $y_{18} = 6.9$ (измерянные в процентах значения валового внутреннего продукта по отношению к предыдущему году). Закон изменения ВВП отыскиваем в виде $z = x_1 f_1(z) + x_2 f_2(z)$, где x_1 , x_2 – неизвестные параметры. Для кризиса координатные функции $f_1(z) = z \ln(z)$, $f_2(z) = z$, для стабилизации соответственно выбираем $f_1(z) = 1$, $f_2(z) = z$.

По методу наименьших квадратов с помощью системы Derive получаем : $y = 3.61z \ln(z) - 8.12z$ (кризис) , $y = 6.85 - 0.08z$ (стабилизация). Графический анализ решений показывает , что они гораздо лучше удовлетворяют наблюдениям, чем модель [1], особенно в области кризиса. Модель стабилизации показывает, что ожидаемое значение прироста ВВП составит 5.4% в 2007 году и 5.3% в 2008 году.

Список литературы:

1. Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т. Интервальная и нечеткая линейная регрессия для ВВП России.- Успехи современного естествознания, 2007, в. 5 , с. 107 – 108.

Проблемы передачи и обработки информации

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТРАСС ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАНКИНГОВЫХ СИСТЕМ

Бабин А.И.
Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий (НИРИТ)

Проектирование транкинговых систем радиосвязи передачи информации начинается, как правило, с выбора места размещения антенн, варианта построения приемопередающего тракта, антенно-фидерных устройств и определения их радиотехнических параметров с точки зрения обеспечения необходимой зоны радиопокрытия. Методы прямого измерения напряженности электромагнитного поля при рекогносцировке однозначно решают эту задачу. Однако эти методы требуют значительных материальных и организационных затрат. Поэтому они могут быть рекомендованы на завершающей стадии создания системы радиосвязи, либо при проектировании сложных многозоновых систем. На ранних стадиях проектирования значительную помощь могут оказать методы математического моделирования распространения электромагнитных волн над земной поверхностью с привлечением современной вычислительной техники. В настоящей статье рассматривается математический аппарат, описывающий процесс распространения электромагнитных волн над поверхностью Земли, применяемый в программе для ПЭВМ, осуществляющей необходимые расчеты при проектировании систем радиосвязи.

Математическая модель радиотрассы.

При математическом моделировании радиотрассы сделаны следующие допущения и приближения:

- радиоволны распространяются прямолинейно (среда распространения электрически однородна; рассеянием и преломлением радиоволн в атмосфере пренебрегаем);
- подстилающая поверхность радиотрасс считается проводящей (проводимость почвы $s_п$) и идеально ровной, так что выполняются условия зеркального отражения;
- форма Земли идеально шарообразная (радиус Земли с учетом нормальной рефракции 8470 км).

Модель учитывает высоты установки базовой и абонентской антенн, радиус Земли, влияющий на приведенные высоты установки антенн, кроме того, автоматически учитывает положение радиогоризонта при условии нормальной рефракции. Все трассы можно разделить на открытые и закрытые. Открытая трасса - это трасса, для которой выполняется условие прямой видимости между базовой и абонентской антеннами. Сложный рельеф открытой трассы (а так же сферичность Земли) может быть учтен в расчете приведением высот установки антенн к некой эквивалентной плоской поверхности при двупутном распространении радиоволны, либо нескольким эквивалентным поверхностям, дающим суперпозицию полей в точке приема при многопутном распространении волны на трассе. Закрытая трасса - это трасса для которой не выполняется условие прямой видимости из-за рельефа местности.