С выплатой премии ежегодно

$$P(\overline{A}_x)=\frac{i}{\delta}\cdot\frac{\sum\limits_{k=x}^{\infty}e^{-\delta k}(s(k)-s(k+1))}{\sum\limits_{n=x}^{\infty}e^{-\delta n}s(n)} \tag{8}$$

С выплатой m раз в год

$$P^{(m)}(\overline{A}_x)=\frac{\overline{A}_x}{\ddot{a}_x^{(m)}}$$

где числитель по (8);

$$\ddot{a}_x^{(m)}=\frac{id}{i^{(m)}d^{(m)}}\cdot\ddot{a}_x-\frac{i-i^{(m)}}{i^{(m)}d^{(m)}} \tag{9}$$

$$\ddot{a}_x=\frac{1}{e^{-\delta x}s(x)}\sum_{n=x}^{\infty}e^{-\delta n}s(n)$$

$i^{(m)}=m(e^{\delta/m}-1)$ – номинальная. %-ая ставка с частотой m.

$d=1\text{-}e^{-\delta}$; $d^{(m)}=(1-(1-d)^{1/m})$ – номинальная ставка дисконтирования с частотой m.

Таким образом, получены аналитические выражения для нетто-премий для долгосрочного страхования. Все вышеперечисленные характеристики вычисляются с помощью таблицы для функции выживания. Данный подход позволил составить программу на языке Delphi, позволяющую автоматизировать весь процесс их нахождения, получить таблицы данных характеристик и с помощью их проводить анализ моделей страхования. Программа имеет очень простой и удобный интерфейс, что позволяет использовать ее даже непрофессионалу.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ И ПРИРОДНЫХ СИСТЕМАХ

П.Н. Стрибук

(ГГУ, г. Гомель)

Для разрешения проблемы реалистичности и адекватности модели социальной или природной системы предлагается вместо одного-двух, чаще всего линейных, уравнений связи с большим числом переменных перейти к построению иерархической сети уравнений взаимосвязи факторов. В работе при построении регрессионных моделей предлагается использовать проведенную пользователем интерпретацию концептуальной схемы формирования целевого свойства социальных и природных объектов [1]. Все признаки в результате такой интерпретации разбиты на группы по тому, какой компонент целевого функционирования они описывают. В данной схеме присутствуют следующие компоненты целевого функционирования:

– *Средства* – фрагменты среды, пассивной и активной подсистем функционирования, ресурсы которых используются непосредственно в процессе преобразования предмета функционирования;

– *Фон* – фрагменты среды, активной и пассивной подсистем функционирования, косвенным образом определяющие преобразование предмета функционирования;

– *Носитель целевого функционирования* – организм или цельная природная система, на базе которого происходит развитие «плода»;

– *Носитель узла связывания* – рабочее место для осуществления преобразований целевого функционирования;

– *Субъект* – активная составляющая целевого функционирования;

– *Инструмент* – управляемый сознанием фрагмент активной подсистемы функционирования, посредством которого осуществляется перевод части ресурсов (структурных, энергетических, информационных) от средств и входного предмета к выходному предмету функционирования.

Регрессионная модель, основанная на такой интерпретации концептуальной схемы, строится в следующем виде (схематически):

$$ЦС = Средства^{(Субъект\ и\ Инструмент)\cdot Фон\cdot НосительУС} \cdot НосительЦФ^{\gamma}, \qquad (1)$$

при подробном расписывании получим уравнение вида (4).

Другая проблема традиционного подхода заключается в излишней математической «подгонке» коэффициентов модели. Алгоритмы расчета ориентированы на достижения наилучшего результата без учета содержательной природы входящих в модель признаков, поэтому в конце их работы очень часто получаются абсурдные результаты, обусловленные корреляцией между признаками, неинформативностью некоторых признаков и т. п. На практике необходимо получать лучший результат среди удовлетворительно интерпретируемых и подходящих для дальнейшего анализа, пусть и не наилучший с математической точки зрения. Для решения этой проблемы предлагается изменить математические процедуры построения регрессионных уравнений путем наложения ограничений на изменение коэффициентов.

Рассмотрим сначала модифицированный алгоритм для построения мультипликативного уравнения регрессии вида

$$y = F(x) = \alpha_0 \cdot x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \cdot \ldots \cdot x_n^{\alpha_n}. \qquad (2)$$

1. Находятся α^0_i из уравнения регрессии $y = x_i^{\alpha_i^0}$, при этом остаются в рассмотрении лишь те k признаков, для которых α^0_i достаточно велико и совпадает по знаку с соответствующим коэффициентом парной корреляции.
2. По значениям (α^0_i) строятся ранги (r^0_i), $i=1 \div k$.
3. Задаются пороги $\alpha^н_0$ и $\alpha^в_0$ для α_0.
4. Последовательно проходят $t=1 \div t_{max}$ итераций:

- находится шаг (s_i), $i=0 \div k$;
- строятся ранги (r_i), $i=1 \div k$ по значениям $(\alpha^t_i + s_i)$;
- если значение α_0 выйдет за пределы $\alpha^н_0$ и $\alpha^в_0$, то s_0 уменьшается вдвое;
- сравниваются ранги r_i и r^0_i: если отклонение по ним превышает заданный порог (зависит от количества участвующих в построении регрессионного уравнения признаков), то s_i уменьшается вдвое;
- при достижении некоторым s_i заданного порога малости он обнуляется;
- начиная с заданной итерации (например, десятой), проверяем условие вида

$$Err^t \cdot \sum_{i=1}^{k} \left| \frac{\Delta \alpha_i^t}{\alpha_i^{t-1}} \right| \geq \varepsilon \cdot Err^{t-1} \cdot \sum_{i=1}^{k} \left| \frac{\Delta \alpha_i^{t-1}}{\alpha_i^{t-2}} \right|, \qquad (3)$$

где Err^t – ошибка модели на t-ой итерации, при его выполнении сохраняем состояние t-1;

- после выполнения условий сходимости или достижения максимального количества итераций выбираем лучший результат среди сохраненных состояний и результата последней итерации.

Описанный выше алгоритм построения уравнения простой мультипликативной регрессии можно применить и для построения уравнения регрессии более общего вида:

$$y = F(x) = \alpha_0 \cdot x_1^{\alpha_0^1 + \alpha_1^1 \cdot z_1^1 + \ldots + \alpha_{k_1}^1 \cdot z_{k_1}^1} \cdot x_2^{\alpha_0^2 + \alpha_1^2 \cdot z_1^2 + \ldots + \alpha_{k_2}^2 \cdot z_{k_2}^2} \cdot \ldots \cdot x_n^{\alpha_0^n + \alpha_1^n \cdot z_1^n + \ldots + \alpha_{k_n}^n \cdot z_{k_n}^n}. \qquad (4)$$

Для этого преобразуем (4) к (2) следующим образом:

$$y=\alpha_0\cdot x_1^{\alpha_0^1}\cdot\left(x_1^{\beta_1^1\cdot z_1^1+\ldots+\beta_{k_1}^1\cdot z_{k_1}^1}\right)^{\gamma_1}\cdot x_2^{\alpha_0^2}\cdot\left(x_2^{\beta_1^2\cdot z_1^2+\ldots+\beta_{k_2}^2\cdot z_{k_2}^2}\right)^{\gamma_2}\cdot\ldots\cdot x_n^{\alpha_0^n}\cdot\left(x_n^{\beta_1^n\cdot z_1^n+\ldots+\beta_{k_n}^n\cdot z_{k_n}^n}\right)^{\gamma_n}, \quad (5)$$

где $\beta^i{}_j$ фиксируются после построения системы регрессионных уравнений вида

$$y=x_i^{\beta_1^i\cdot z_1^i+\ldots+\beta_{k_i}^i\cdot z_{k_i}^i}=\left(x_i^{z_1^i}\right)^{\beta_1^i}\cdot\left(x_i^{z_2^i}\right)^{\beta_2^i}\cdot\ldots\cdot\left(x_i^{z_{k_i}^i}\right)^{\beta_{k_i}^i}, \; i=1\div n. \quad (6)$$

Данные алгоритмы вошли в разработанное математическое программное обеспечение интеллектуального анализа данных, которое успешно применяется в РНИУП «Институт радиологии» при построении радиоэкологических и социально-экономических моделей.

Апробация предложенного выше метода осуществлялась при исследовании связей факторов, объясняющих эффективность работы сельскохозяйственных предприятий. Итоги моделирования приведены в табл. 1.

Настоящая таблица представляет собой результат перевода соответствующих моделей нелинейной регрессии с количественного на качественный уровень. В таблице убраны случайные связи и выделены два уровня объяснения. Первый уровень относится к непосредственному объяснению эффективности производства, второй – к объяснению качества управления, который «взял на себя» опосредованное влияние других объясняющих признаков. Так, например, потенциал хозяйства и структура животноводства сказываются на эффективности как непосредственно, так и опосредованно через качество управления.

Таблица 1.

Качественные показатели направлений и силы статистических связей факторов эффективности производства и качества управления

	Кач. управления	Потенциал хоз.	Обеспеч. труд. ресурс.	Балл с/х угод.	Уд. вес активн. осн. ср.	Структ. жив-ства мол/мяс	Структ. произв. раст/жив
Эфф. произв.	⬆	⇧	↑	⇧		⇩	
Кач. управления		⇧	↓	↑	↑	⇩	⬆

Обозначения:

	Прямая	Обратная	
Связь:	↑	↓	- слабая
	⇧	⇩	- умеренная (значимая)
	⬆	⬇	- сильная (уверенная)

Проинтерпретировав данные статистические связи на конкретном хозяйстве, можно сделать выводы о наличии у него резервов повышения эффективности экономической деятельности, о задействовании наиболее перспективных рычагов управления, предложить наиболее подходящие решения по выходу из кризисной ситуации.

Литература.

1. Осипенко А. Н. Метод и средства автоматизации моделирования активных систем: Автореф. дис... канд.техн.наук:. ГГУ, Гомель(1997)

МЕТОД И СРЕДСТВА ОДНОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

П.Н Стрибук

(ГГУ, г. Гомель)

С целью обеспечения адекватности одномерного анализа данных о социальной или природной системе в предлагаемом методе реализованы возможности: учета объема (при «ядерной» аппроксимации функции распределения признаковых значений и при проверке гипотез), взвешивания конкретных значений (что, например, позволяет корректно обрабатывать данные, полученные из различных источников), обработки данных с пропусками и сжатых выборок, расщепления смеси, подбора преобразования, выделения репрезентативной подвыборки для последующего регрессионного анализа, визуализации эмпирического и теоретического распределений.

Одномерный анализ проходит по следующим этапам:

1. Нахождение эмпирических статистических характеристик, которые будут использоваться при дальнейшей работе с данными в том случае, если не удастся подобрать согласующееся теоретическое распределение и рассчитать по нему теоретические параметры.

2. «Ядерная» аппроксимация функции распределения. Выбор данного вида аппроксимации вызван тем, что на практике очень часто приходится работать с малыми выборками, по которым «ядерная» аппроксимация дает лучшую оценку параметров, чем стандартные методы (гистограмма и полигон частот) [1]. К тому же на «сверхмалых» выборках они не работают. Особенно это актуально при построении регрессионных моделей, так как детальная информация имеется лишь по небольшому числу объектов.