

Jedním z teoretických východisek řízení a prognózování sociálních procesů a činností ve výrobním podniku je koncepce podniku jako sociálního systému. Toto vymezení podniku musí nutně vést k docenění role lidského faktoru při řízení podniku a také k docenění významu plánovitého rozvoje tohoto faktoru.

Pojetí podniku jako sociálního systému ovšem také umožňuje provést analýzu jeho podstatných strukturních složek, zákonitých vztahů mezi nimi i jejich dynamiky. Sociální analýza představuje nevyhnutelnou podmínku pro prognózování vědecky zdůvodněných, plánovitých a účinných zásahů do podnikové sociální reality. Její hlavní funkcí v socialistickém průmyslovém podniku je na základě víceoborového přístupu vědecky postihovat existující sociální realitu a vývojové trendy. Včasné poznání umožní i společensky pozitivně ovlivňovat jejich další rozvoj prostřednictvím plánu jako hlavního nástroje řízení socialistického podniku. Analýza tak plní 4 základní funkce, jimiž jsou:

1. Funkce metodologická

Sociální analýza představuje metodu, již je možno využít k poznávání sociální skutečnosti. Je jednou z metod řízení, neboť umožňuje rozhodování na základě znalosti řízeného objektu, umožňuje zdůvodnit cíle a úkoly i objektivně zhodnotit dosažený stav při jejich plnění.

2. Funkce diagnostická

Sociální analýza je popisem jednotlivých částí sociálního systému a vzájemných vazeb k ostatním systémům v podniku i mimo něj, jakož i stavu sociálního systému podniku jako celku. Popisuje jak současný stav („zmapování terénu“), tak i retrospektivní vývoj.

Kromě této deskripce však diagnostická funkce předpokládá i splnění dalšího cíle, jímž je odhalení příčinných závislostí v sociálním systému. Analýza tak odpovídá na otázku, jak a které faktory sociálního systému je nutno měnit, aby se situace optimalizovala.

3. Funkce prognostická

Na základě zhodnocení retrospektivního vývoje a určení jeho zákonitostí (sociální analýzou) je možno vhodnými metodami (extrapolace časových řad, metoda spektrální analýzy časových řad ap.) určovat vývojové trendy a stanovit perspektivní cíle zkoumaných procesů a jevů.

4. Funkce kontrolní (hodnotící)

Plánování probíhá v cyklech a provede-li se v přípravné etapě každého cyklu

(1) Matematické výpočty zpracovali ss. Jiří Trávníček a Jarmila Fialová, Výpočetní podnikové centrum o. p. Škoda.

sociální analýza jako východisko pro sestavení programu nebo plánu nového plánovacího cyklu, je možné zhodnotit vývoj v předcházejícím období, srovnat plánované cíle a úkoly s dosaženým stavem, posoudit efektivnost sociálního programu nebo plánu.

Má-li analýza splnit úkoly na ni kladené, je nutné použít vhodné metody a přístupy, jejichž kombinací je možno docílit žádaného výsledku.

Účelem článku není výčet postupů při zpracování sociální analýzy. Chceme se pouze zmínit o některých matematicko-statistických metodách, zvyšujících hlavně prognostickou spolehlivost, kterých jsme využili při zpracování sociální analýzy v našem podniku.

1.

Korelační analýzou je možno zjistit vztahy a jejich těsnost mezi jednotlivými ukazateli. Jelikož jedním z cílů sociálního plánování je překonávat oddělování ekonomické a sociální funkce podniku, je účelné provést korelační analýzu nejen pro sociální ukazatele, ale i pro zjištění vztahů mezi sociálními a ekonomickými ukazateli. Tato korelační analýza byla v podniku zpracována a byly shledány některé vysoké závislosti.

Byli jsme si však vědomi toho, že mnohé z vysokých závislostí mohou být pouze zdánlivé. Vyplyvají z toho, že je možné často pozorovat „silnou závislost“ mezi proměnnými i v případě, kdy mezi nimi kauzalita vůbec neexistuje. Dochází k ní proto, že proměnné vykazují v čase shodný nebo podobný vývojový trend. V tomto smyslu se hovoří o multikolinearitě časových řad (Kozák, Seger 1975:153).

Jde o problém značně důležitý z hlediska sociologické interpretace získaných výsledků. K odstranění nebezpečí zdánlivých korelací je nutno očistit příslušné proměnné od trendů (jedná se o časové řady). V této souvislosti problém multikolinearity vystupuje do popředí vzhledem k tomu, že odstranění trendů znamená provést regresní analýzu závislosti vývoje jednotlivých proměnných na čase, o čemž se krátce zmíníme.

Aby bylo možno odhadnout parametry regresní rovnice pomocí metody nejmenších čtverců, je nutno předpokládat, že matice pozorovaných hodnot má plnou hodnost; důvody k tomuto tvrzení dále stručně rozvedeme.

Označíme-li X matici pozorování, pak lze odvodit, že metoda nejmenších čtverců dá odhad regresních koeficientů b vztah $b = (X'X)^{-1}X'y$, kde y je vektor pozorování závisle proměnné. Pokud je determinant $\det [X'X] = 0$, nelze odhad b získat, protože nelze invertovat singulární matici. Ve skutečnosti ovšem není požadavek, aby $\det [X'X] \neq 0$, příliš přísný, protože se v praxi nestává, aby v matici X byl některý ze sloupců přesnou lineární kombinací ostatních sloupců.

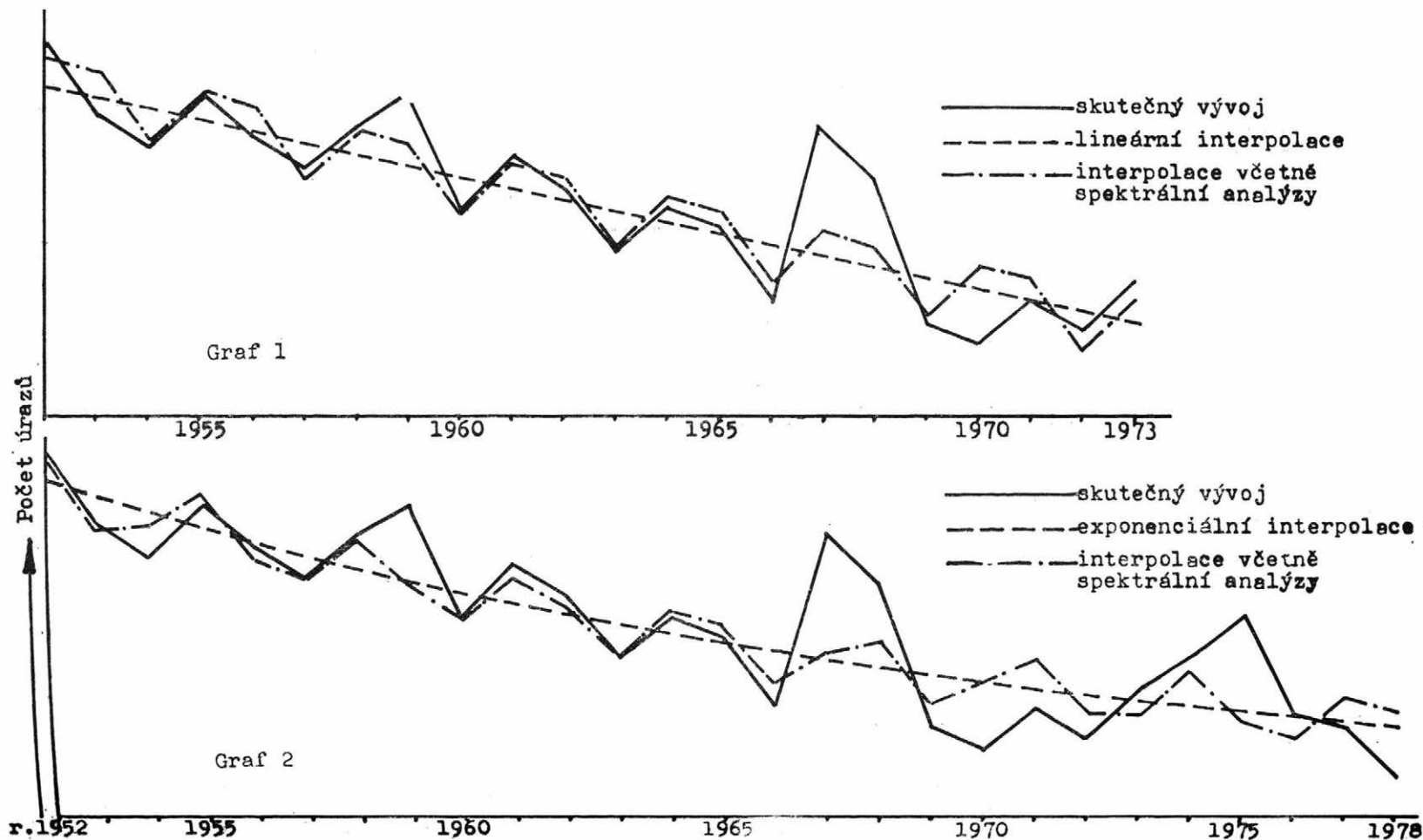
Může se ovšem stát, že obsahují-li sloupce matice X (tj. různé nezávisle proměnné veličiny) nebo podobnou vývojovou tendenci (trend), může se $\det [X'X]$ blížit k nule, z čehož vyplývá, že rozptyl odhadu b se bude zvětšovat. V tomto případě jde o zmíněnou multikolinearitu.

Existence multikolinearity v matici X má nepříznivé důsledky — vlivem velkých rozptylů koeficientů odhadových funkcí se nepřesně odhadnou regresní koeficienty, obtížně se interpretují výsledky získané výpočtem, protože je možno dojít k mylným závěrům.

K odstranění důsledků multikolinearity je možno

— některé z korelujících proměnných vynechat, nebo je nahradit vhodnou kombinací,

Vývoj počtu těžkých úrazů



— u časových řad odstranit z proměnných jejich trendy nebo v nich skryté jiné společné funkční závislosti.

Například korelační koeficient mezi výrobou a náklady na zdravotnictví vyšel v prvním případě $r = 0,9143$. Tuto velmi vysokou korelaci bylo možno vysvětlit podobností systematické vývojové tendence posloupnosti ukazatelů obou závisle proměnných v čase. Tato domněnka byla potvrzena novým výpočtem (očištěným od trendů), kde vyšel zcela nevýznamný koeficient $r = 0,0496$.

Naopak proti původnímu $r = 0,364$ mezi výrobou a počtem kursů pro THP vyšel skutečný vztah po očištění od trendů vyšší ($r = 0,6973$), což svědčí o významném podílu zvyšování kvalifikace na zvyšování produkce.

Zjištění reálných závislostí tak umožňuje posuzovat vývoj a predikci určitého jevu v závislosti na průběhu jevu jiného. Ovšem z uvedené úvahy a příkladů není možno vyvodit závěr, že první metoda korelační analýzy (neочиštěné od trendů) je nevhodná, ale závěr, že obě metody mají specifickou vypovídací schopnost, jejíž výsledky je nutno adekvátně interpretovat. Doložíme to na posledním příkladě.

V původní korelační analýze vyšel korelační vztah mezi výrobou a počtem dělníků pracujících na strojích (strojní dělníci) $r = -0,8135$. Charakterizuje stoupající výrobu podniku v posledních 17 letech (výroba vzrostla cca dvojnásobně) při klesajícím počtu strojních dělníků (pokles na 72 % původního stavu). Z této skutečnosti vyplývá, že v sledovaném období se podnik rozvíjel intenzívní cestou.

V nové korelační analýze (očištěné od trendů) byl vypočítán u obou proměnných $r = 0,6515$. Vyplývá z něho, že výroba v podniku je silně závislá na počtu strojních dělníků. Celkovým závěrem (ovšem zjednodušeným vzhledem k tomu, že bereme v úvahu pouze dva faktory) pak může být, že rozvoj podniku prodělával předpokládaný (intenzívní) rozvoj, ovšem na každém dosaženém stupni rozvoje se dosud projevuje silná závislost produkce podniku na počtu strojních dělníků.

2.

Další metodou, která bývá využívána v sociálních analýzách, je *regresní analýza časových řad*. Umožňuje sledovat dynamiku jevu v čase a predikci na základě uplynulého vývoje. Při pozorování určitého jevu v čase můžeme zjistit nejen směr dlouhodobého vývoje, ale i kolísání, které může mít charakter nepravidelných výkyvů, ale také může být výslednicí nepravidelných výkyvů a cyklického pohybu. V takovém případě je pro získání přesnějšího modelu průběhu jevu vhodné využít metodu, která by umožnila zachycení i cyklického pohybu.

V našem případě jsme modelovali dynamiku vývoje vybraných sociálních jevů analýzou časových řad s použitím regresní a spektrální (Jenkins, Watts 1969) analýzy. Výsledky ukážeme na příkladu těžkých úrazů v podniku.

V roce 1974 byla vypočtena regresní přímka, na niž byla aplikována spektrální analýza. Vývoj těžkých úrazů v podniku v letech 1952—1973 byl vyjádřen rovnicí:

$$y = 33,57 - 1,117 \cdot t + 0,2505 \cdot \sin \frac{2\pi \cdot t}{3} - 3,875 \cdot \cos \frac{2\pi \cdot t}{3}$$

($t = \text{čas}$)

Průběh skutečných i vypočtených hodnot je znázorněn v grafu č. 1.

Ukazuje pravidelné kolísání průběhu hodnot v tříletých cyklech. Je však zřejmé, že další vývoj vypočtených hodnot podle vypočteného modelu již nelze očekávat — vzhledem k lineárnímu průběhu). To se v dalších letech potvrdilo, a proto byl průběh jevu počítán znovu v roce 1978.

Byla vypočítána regresní exponenciální rovnice, která lépe vystihuje vývoj v posledních letech. Spolu se spektrální složkou má rovnice tento tvar:

$$y = 34,76 \cdot e^{-0,0487 \cdot t} + 3,2 \cdot \sin \frac{6,2832 \cdot t}{3,176}.$$

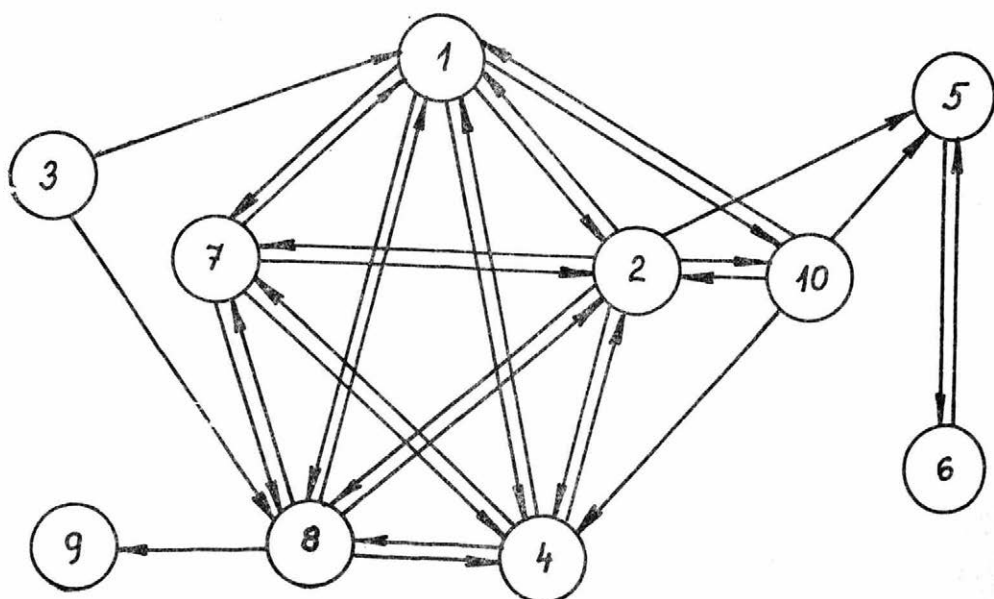
Graf č. 2 opět udává průběh skutečných a vypočtených hodnot a domníváme se, že rovnice i graf jsou vhodným nástrojem pro hlubší analýzu jevu, v tomto případě analýzu úrazovosti. Na základě vypočtených hodnot je možno nejen předvídat vývoj úrazů do budoucna, ale i, a to je hlavní, využít údaje spektrální analýzy k zaměření zvýšené pozornosti na kritická období a včasnými opatřeními dosáhnout příznivějšího průběhu.

3.

Vývoj sociálního plánování klade stále vyšší nároky na *analýzu pracovních skupin*. Jedná se jak o analýzu podniků a závodů jako velkých sociálních skupin, tak i o analýzu pracovních kolektivů jako malých sociálních skupin.

Pro analýzu malých skupin se mimo jiné používá sociometrie. Výsledkem sociometrických zkoumání bývá obvykle sociogram, z něhož je možno vyčíst strukturu vztahů ve skupině, a výpočet sociometrických indexů, které matematickým vyjádřením umožňují srovnání jednotlivců ve skupině i srovnání skupin mezi sebou.

Graf 3. Sociogram skupiny



Hlubší analýzu struktury skupiny na základě kvalifikace mezilidských vztahů umožňuje korelační matice [Avanesov 1975 : 146 ad.].

Dva lidé mají k sobě kladný vztah na základě společných zájmů, vlastností osobnosti, způsobů chování apod. Přitom vzájemné vztahy neexistují ve vakuu, ale jsou ovlivňovány jinými faktory, v sociální oblasti pak vztahy a chováním ostatních pracovníků.

Korelační matice umožňuje postihnout nejen vzájemné vztahy, ale i jejich hodnotu na základě dalších vazeb v kolektivu.

Základem pro výpočet korelací (výpočet je aplikován pro skupinu v grafu č. 3) je matice, v níž jsou označeny všechny volby ve skupině, navíc doplněné o volby členů samotných vždy se sebou. Takto zesílená matice se transponuje a po sloupcích se korelují volby provedené jedním členem s volbami člena druhého (a dalších). Dostaneme symetrickou matici korelací (korelačních koeficientů), která je uvedena v tabulce č. 1. (V matici jsou orientovány vyšší

Tabulka 1. Matice korelací

	1	2	4	7	8	10	5	6	9	3
1		.803	.816	.816	.583	.408	-.613	-.613	-.408	.089
2	.803		.656	.656	.356	.655	-.218	-.218	-.509	-.048
4	.816	.656		1.000	.816	.200	-.500	-.500	-.334	.218
7	.816	.656	1.000		.816	.200	-.500	-.500	-.334	.218
8	.583	.356	.816	.816		.000	-.615	-.615	-.408	.081
10	.408	.655	.200	.200	.000		.000	.000	-.334	-.218
5	-.613	-.218	-.500	-.500	-.615	.000		1.000	-.150	-.327
6	-.613	-.218	-.500	-.500	-.615	.000	1.000		-.150	-.327
9	-.408	-.509	-.334	-.334	-.408	-.334	-.150	-.150		-.218
3	.089	-.408	.218	.218	-.081	-.218	-.327	-.327	-.218	

kladné koeficienty do levé horní části matice a tomu odpovídá i seřazení členů skupiny v záhlaví tabulky.]

Z matice můžeme vyčíst těsnost vztahů mezi pracovníky a na tomto základě stavět hypotézy týkající se opatření, která ve skupině sledujeme, nebo provádět výběr členů pro nově utvářené skupiny.

Nejvyšší možný korelační koeficient, jedna, je mezi členy 4—7 a 5—6. Znamená to, že tito členové vykazují nejen vzájemné volby, ale že volí stejně i všechny ostatní členy ve skupině.

Dále zjišťujeme silné korelace mezi členy 1—2—4—7—8.

Člen č. 10 tvoří přechodnou pozici a převaha negativních korelací je u členů 5, 6, 3, 9.

Srovnáním sociogramu [graf č. 3] a matice korelací [tabulka č. 1] vynikne rozdíl mezi oběma metodami hodnocení sociometrického testu: z hlediska interpretace podává korelační matice mnohem hlubší informaci o struktuře interpersonálních vztahů. Například nejtěsnější vztah mezi členy 4 a 7 v sociogramu zaniká.

Při provádění korelačních výpočtů jsme narazili na nepříjemnou překážku. V některých skupinách se vyskytly případy, kdy jeden nebo dva členové sku-

piny provedli volbu ke všem ostatním. Pakliže není při výzkumu počet voleb omezen, je nutno s takovými případy počítat. Ovšem takový člen skupiny musí být z výpočtu korelací vyloučen, neboť rozptyl jeho voleb je nulový a korelační koeficient nemůže být určen. Umělá úprava, například škrtnutí té volby, která se nejméně vyskytuje u ostatních členů, je v každém případě nevhodným zásahem.

Východisko jsme našli v použití metod založených na výpočtu „vzdáleností“ jednotlivých lidí. Členy skupiny je možno si představit v geometrickém zobrazení jako body v n -rozměrném prostoru; vzdálenosti mezi nimi jsou pak zkoumány na základě podobnosti voleb s ostatními členy skupiny.

Vypočítáním vzdáleností mezi členy skupiny dostaneme matici vzdáleností; je uvedena v tabulce č. 2.

Tabulka 2. Matice vzdáleností

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1	5	1	8	8	1	2	7	3
2	1		6	2	7	7	2	3	8	2
3	5	6		4	5	5	4	5	4	6
4	1	2	4		7	7	0	1	6	4
5	8	7	5	7		0	7	8	3	5
6	8	7	5	7	0		7	8	3	5
7	1	2	4	0	7	7		1	6	4
8	2	3	5	1	8	8	1		5	5
9	7	8	4	6	3	3	6	5		6
10	3	2	6	4	5	5	4	5	6	

Je pochopitelné, že proti korelacím, kde čím vyšší korelační koeficient, tím těsnější vztah mezi členy, budou čísla v matici vzdáleností mít opačný smysl: čím těsnější vztah, resp. čím menší vzdálenost mezi členy, tím nižší číslo.

Porovnáme-li matici korelací s maticí vzdáleností, jsou nejmenší vzdálenosti v našem případě nulové — mezi členy 4—7 a 5—6, u nichž jsou nejvyšší korelační koeficienty (jedna). Obě matice jsou významově shodné.

Závěrem

Pro analytickou práci v sociální oblasti podniků je možné a vhodné využít i adekvátní matematicko-statistické metody. Jsou-li vhodně použity a jejich výsledky správně interpretovány, zvyšují kvalitativní úroveň sociální analýzy. Doplnují a kontrolují údaje získané jinými metodami, je možno jimi prokazovat vztahy mezi faktory sociálního prostředí, umožňují objektivizovat podklady pro predikci budoucího vývoje.

Literatura

- Avanesov, V. S.: *Dostověrnoť različij i primeněnie matričnych metodov v sociologičeskich issledovanijach*. Sociologičeskije issledovanija, 1975, č. 4.
 Kozák, J. — Seger, J.: *Jednoduché statistické metody v prognostice*. Praha, SNTL 1975.
 Jenkins, G. M. — Watts, D. G.: *Spectral Analysis and Its Applications*. San Francisco, Holden-Day 1969.

Резюме

К. Герман - В. Фиала: Примеры применения математическо-статистических методов для разработки социальных анализов в промышленном предприятии

Социальный анализ представляет собой неизбежное условие для познания современного состояния и для прогнозирования научно обоснованных вмешательств в заводскую социальную действительность. Он имеет четыре главные функции:

- 1) методологическую
- 2) диагностическую
- 3) прогностическую
- 4) контрольную

Чтобы анализ выполнил возложенные на него задания, необходимо для его разработки использовать ряд подходящих методов, путем комбинации которых можно добиться требуемого результата. Статья затрагивает некоторые математическо-статистические методы, повышающие прежде всего прогностическую функцию, которые использовались в н. п. Шкода.

1. Путем корреляционного анализа можно установить отношения между отдельными показателями и их взаимную тесноту. Однако обычно воспринятый корреляционный анализ таит в себе проблему т. н. ложных корреляций. Она заключается в том, что часто можно обнаружить сильную зависимость между переменными даже в случае, когда каузальность между ними вообще не существует. Зависимость возникает, потому что переменные показывают в отношении времени сходную или подобную тенденцию. В этом случае необходимо вычислять корреляционные коэффициенты между переменными очищенными от тенденции.

2. Регрессионный анализ дает возможность исследовать динамику явления в отношении времени и прогноза на основе прошедшего развития. Исследуя развитие явления, можно обнаружить известную тенденцию развития, но часто тоже колебание величин, которое может вытекать из циклического движения. Для его моделирования, и следовательно для повышения прогностической стоимости анализа можно использовать спектральный анализ. При анализе травматизма путем этого метода обнаружилось сравнительно регулярное колебание числа увечий в трехлетних циклах. При профилактике травматизма можно таким образом в повышенной степени сосредоточить внимание на критических периодах с целью достижения более благоприятного хода в будущем.

3. Для анализа рабочих групп применяется социометрия. Ее результатом обычно является социограмма и социометрические индексы, из которых можно вычесть структуру отношений в группе и положение отдельных членов.

Более глубокий анализ позволяет провести корреляционная матрица. Она показывает наглядно структуру межличностных отношений в группе не только на основании прямых отношений между индивидами, но она учитывает также все остальные отношения в группе у каждой пары оцениваемых индивидов.

Недостатком этого метода является то, что из корреляционной матрицы надо исключить тех членов группы, которые проявили выбор всех остальных членов группы. В таком случае можно провести вычисление «расстояний» между отдельными членами группы. Матрица расстояний дает одинаковую информацию что и матрица корреляций, но величины имеют противоположное значение. Чем выше теснота отношений между двумя индивидами, тем выше корреляционный коэффициент, но тем ниже расстояние.

Summary

K. Herman — V. Fiala: Examples of the Use of Mathematical-Statistical Methods for the Processing of Social Analyses in an Industrial Enterprise

Social analysis represents a necessary precondition for learning about the current situation and for prognosticating scientifically justified measures to be taken in the social structure of an industrial enterprise. This fulfils four basic functions:

1. methodological
2. diagnostic
3. prognosticating
4. auditing

If the analysis is to discharge its tasks properly it is necessary to use a host of suitable methods whose combination can achieve the desirable result. This article discusses some mathematical-statistical methods which enhance especially the prognosticating function as employed in the Skoda enterprise.

1. Through correlation analysis it is possible to ascertain relationships and their proximity between individual indicators. The commonly conceived correlation analysis, however, presents the problems of what are called illusory correlations. This means that it is often possible to observe a strong dependance among the variables even in such cases where there is no causality at all. This occurs due to the fact that over a period of time the variables register an identical or similar trend. In such case it is necessary to calculate correlation coefficients among the variables free of this trend.

2. Regressive analysis enables to observe the dynamics of the phenomenon over a period of time and to make predictions according to past developments. Following the development of the phenomenon it is also possible to establish a certain development trend; however there may also be a fluctuation of values which can be a result of a cyclic movement. Spectral analysis can be employed for modelling it and also for increasing the predicting value of the analysis. In analysing accident-rates by this method, a relatively regular fluctuation in the number of accidents in three-year cycles has been ascertained. E. g. in the prevention of accidents we can concentrate to an increased measure on the critical period in order to obtain a more suitable course in the future.

3. Sociometry is used for analysing work groups. It often results in a sociogram and sociometrical indexes, from which we can establish the structure of relationships in a given group and the position of individual members.

A deeper analysis is made possible by the correlation matrix. This gives a well-arranged picture of the structure of the interpersonal relationships in the group not only on the basis of direct relationships among individuals but also taking into account all the other relationships in the group with each pair of assessed individuals.

A disadvantage of this method is that we must exclude from the correlation matrix all the members of the group who showed selections towards all the other members of the group. In this case it is possible to calculate the "distance" between individual members of the group. The matrix of distances presents the same information as the matrix of correlation but the values have an opposite meaning. The greater the proximity of the relationship between two individuals the higher the correlation coefficient but the lower the value of the distance.