EAN 93
31. konference o experimentální analýze napětí
25.-27.5.1993 Měřín ČESKÁ REPUBLIKA

EXPERIMENT IN SOLVING OF ENGINEERING PROBLEMS
EXPERIMENT V ŘEŠENÍ INŽENÝRSKÝCH PROBLÉMŮ

Janíček P.

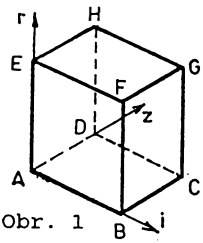
The author of the article specifies the problems of the technical praxis solved by the technical experiment and analyzes the role of the technical experiment in different types of modelling.

1. Aplikační oblasti experimentu v technické praxi a vědě

Smyslem a cílem technické praxe je navrhovat a vytvářet TO, které po uvedení do provozu budou potřebné, funkční, spolehlivé, komerční, ekologické, atd., a to s využitím zobecněných poznatků technické vědy. V obou těchto částech techniky má nezastupitelné místo a mnohoznačnou úlohu technický experiment. K vymezení oblasti problémů souvisejících se získáváním a využíváním experimentálních informací v technice zaveďme následující míry:

- *míru doby aplikace (získávání) experimentálních informací na technickém objektu* z provozu jeho života. Je vymezena jako podíl časového intervalu mezi okamžikem kdy se na TO aplikují (získávají) experimentální informace a přípravnou etapou TO, k délce jeho života, technického nebo morálního. Pro míru z lze tedy psát $z = \langle 0,1 \rangle$, přičemž $z - 0$ znamená využívání (získávání) experimentálních informací v procesu přípravy resp. návrhu TO a případ $z = 1$ pak v procesu likvidace TO.
- *míru využití experimentálních informací k řízení objektu r,* jako podíl množství informací využitých k řízení objektu k celkovému množství informací využitelných k řízení, takže pro míru r platí $r = \langle 0,1 \rangle$. Případ $r = 0$ znamená, že informace nejsou využívány k řízení objektu, zatímco při $r = 1$ jsou informace zcela využity pro řízení, což je případ tzv. řídících experimentů.
- *míru aktuálnosti využití experimentálních informací i,* jako

podíl časového intervalu mezi získáním a aplikací informací k době morální životnosti informací, takže lze psát $i = \langle 0,1 \rangle$. Případ $i - 0$ znamená aktuální využití informací pro řešení problému, zatímco $i - 1$ znamená využití informací v budoucnu; to je případ získávání údajů pro databanky.



Obr. 1

V prostoru (i, r, z) vymezují zavedené míry kostku, kterou lze označit jako *"kostku problémů"* technické praxe s charakteristickými rovinami řídících experimentů (EFGH), návrhů TO (ABFE), likvidace TO (DCGH), technického života TO (ABCD), informací pro databanky (BCGF).

2. Úloha experimentu v modelování

Zobecněná teorie modelování byla publikována v [1]. Základní myšlenka spočívá v tom, že řešitel R vybere pro řešení problému P na objektu Ω pomocný, tzv. modelový objekt O_M a formuluje izomorfní zobrazení z mezi vytvořenými systémy veličin $z(\Omega)$, $z(O_M)$ na objektech Ω a O_M. Pomocí zobrazení z převede problém $P_R(\Omega)$ na problém $P_R(O_M)$, tento vyřeší a zpětně transformuje. Je-li modelovým objektem O_M materiální objekt hovoříme o *materiálním modelování (MM)*, je-li O_M vymezená soustava informací jde o *informační modelování*. Jestliže v informačním modelu má aktuální preferenci logické zpracování informací v němž převažuje zpracování číselných veličin výpočtem, hovoříme o *výpočtovém modelování (VM)*. U něho zobrazení z je formulováno mezi systémem $z(O_M)$ a teorií , vybranou z hlediska řešeného problému $P_R(\Omega)$.

S rozvojem počítačových podpor inženýrství stoupá význam výpočtového, počítačově orientovaného modelování, jehož realizace spočívá v těchto krocích:

1. vytvoření systému veličin $z(\Omega)$ (výběr veličin a vazeb mezi nimi, které jsou podstatné z hlediska řešeného problému), 2. výběr teorie , 3. výběr modelového HW, 4. výběr modelového SW a vytvoření odpovídajícího algoritmu A_M, 5. zajištění vstupů do A_M, 6. realizace výpočtů, 7. interpretace výsledků modelování, 8. ověření výsledků modelování.

Ve výpočtovém modelování má nezastupitelné místo i experiment,

a to v jeho různých krocích a s různých posláním. Lze hovořit o těchto typech experimentů:

- *selektivní epxeriment* - souvisí s vytvářením systému $\Sigma(\Omega)$ a jeho cílem je na základě objektizovaných měření vybrat veličiny a vazby mezi nimi v systému $\Sigma(\Omega)$, které jsou podstatné z hlediska $P_R(\Omega)$. Lze ho členit na *strukturní* (výběr veličin a vazeb se týká struktury objektu Ω) a na *experiment o chování objektu* (vylučují se nepodstatné projevy objektu),
- *formulační experiment* - na základě experimentálně získaných informací se formulují axiomy teorie
- *verifikační experiment* - realizuje se s cílem ověřit pravdivost deduktivně vytvořené teorie
- *konkretizační experiment* - jeho úlohou je zajištění vstupních údajů do algoritmu A_M výpočtového modelování pro konkrétní řešený problém. Vyžaduje-li problém řešení inverzní úlohy v rámci identifikačního přístupu, pak konkretizační experiment je označován jako *identifikační*.
- *VM verifikační experiment* - slouží k ověření pravdivosti řešení problému výpočtovým modelováním.

I když je dnes preferováno výpočtové modelování, své opodstatněné má i modelování materiální, to v těchto situacích:
a) existuje vše potřebné k realizaci VM, pro řešitele je však efektivnější MM, b) existuje vše pro VM, vstupní údaje do A_M však nemají požadovanou úroveň, c) existuje potřebná teorie , je pro ni potřebný mSW, není ale k dispozici odpovídající mHW, nebo naopak, d) doposud neexistuje teorie potřebná k řešení problému VM.

Materiální modelování lze členit do těchto typů:

- *modelování podobnostní*, u něhož modelovaným objektem O_M je pomocný materiální objekt podobný s objektem Ω ve smyslu teorií podobnosti. Je znalostně empirické modelování u něhož se znalosti využívají k určení relevantních veličin v systému $z(\Omega)$ a podobnostním experimentem se získávají informace na O_M,
- *modelování s využitím materiální analogie;* modelový objekt O_M má odlišnou materiální a strukturní část než objekt Ω a jsou splněny podmínky analogie mezi O_M a Ω. Je to znalostně-teoreticko-empirické modelování u něhož se na O_M realizuje analogonový experiment,

- *modelování experimentální* - je to modelování s aktuální preferencí experimentu na materiálním objektu bez využití předchozích dvou způsobů modelování, přičemž výpočty zcela neabsentují a jsou součástí plánování a zpracování výsledků měření. Toto modelování začíná tzv. *vstupním experimentem*, kterým se získávají základní informace o Ω z hlediska řešeného problému. Po jejich vyhodnocení je možné:
  - přejít na VM,
  - vytvořit jiné experimentální modely vedoucí k obsažnějším informacím v rámci realizace tzv. *informačního experimentu*,
  - ukončit modelování, když řešení je postačující. Poznatky získané experimentálním modelováním je někdy nutné ověřit v jiných časoprostorových podmínkách, jiným řešitelem, jinými měřícími metodami apod., což se děje v rámci *E-verifikačního experimentu*.

3. Experiment v nemodelových přístupech

Pro modelování je charakteristické, že v každém kroku řešení existuje nenulová pravděpodobnost úspěšnosti řešení problému. Nemodelovým, přímým přístupem, je *přístup "pokus-omyl"* u něhož se pro hledání řešení nevyužívá pomocný objekt. V tomto přístupu může mít experiment úlohu verifikátora správnosti dosaženého řešení. Dále existují problémy u nichž výpočtové modelování není možné, protože nejsou známé okrajové podmínky (silové, vazbové) nebo materiálové charakteristiky, není možný ani identifikační přístup z důvodů nekorektnosti nebo špatné podmíněnosti řešení a problém nelze řešit ani materiálním modelováním. V tomto případě se problém řeší simulačním přístupem pro širokou množinu vstupních parametrů a za řešení se považuje to, které na požadované úrovni souhlasí s experimentálními informacemi o určitých projevech objektu.

Lit.: 1. Ondráček,E.; Janíček,P.: Výpočtové modely v technické praxi, SNTL. Praha, 1990.

Přemysl Janíček, Prof.Ing.DrSc., Ústav mechaniky těles, strojní fakulta VUT v Brně, Technická 2, 616 69 Brno, tel. 7142807