

Anežka Žaludová

Úloha matematické statistiky ve strojírenství

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 8 (1963), No. 3, 122--130

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139482>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1963

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

ÚLOHA MATEMATICKÉ STATISTIKY VE STROJÍRENSTVÍ*)

ANEŽKA ŽALUDOVÁ, Praha

ÚVOD

V každém oboru aplikované matematiky bývá velmi poučné čas od času provádět bilanci současného stavu ve vztahu k určitému aplikačnímu oboru. Rychlý technický rozvoj, ke kterému došlo během posledních let ve strojírenství, vyvolává potřebu zhodnotit úlohu matematické statistiky u nás i v cizině při řešení celé řady naléhavých technických, ekonomických a organizačních problémů. Z tohoto zhodnocení by měly být patrné na jedné straně kladné výsledky dosud dosažené v čs. strojírenství a na druhé straně mezery a z nich vyplývající nové směry, kterým by se měla věnovat pozornost v nejbližší budoucnosti.

Za hlavní cíl moderní strojírenské výroby pokládáme zajištění požadovaných vysokých technických parametrů, provozní spolehlivosti a jakosti výrobků při současném plnění požadavků maximální hospodárnosti výroby. Ke komplexnímu řešení problémů, které souvisí s plněním tohoto cíle, je nutno současně uplatňovat vědecké poznatky různých vědních oborů. Na neposledním místě je mladý obor aplikované matematiky, matematická statistika, spolu s příbuznou disciplínou, teorií pravděpodobnosti.

Matematická statistika studuje hromadné náhodné jevy a procesy v závislosti na podmínkách jejich výskytu a umožňuje činit o nich spolehlivé induktivní závěry. Je proto zřejmý její význam pro zkoumání podstaty fyzikálních jevů a zákonitostí různých proměnlivých technických a ekonomických veličin, které spolu určují celkovou technickou úroveň, jakost a hospodárnost výroby.

Rozbor náhodných jevů a procesů zaměřený na poznání jejich zákonitostí je pouze prvním krokem na cestě k jejich *ovládání* a *řízení*. Také při hodnocení a řízení složitých technických a ekonomických jevů a procesů se dnes plně využívá zásad teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky, takže se tyto disciplíny stávají základními prostředky teorie automatické regulace, teorie informace a tím i kybernetiky. Se zřetelem na definici operačního výzkumu jakožto souboru vědeckých metod pro zkoumání složitých procesů nebo činností a pro jejich kvantitativní hodnocení tak, aby řídicí orgány mohly objektivně dospět k nejučelnějším rozhodnutím, je rovněž jasné, že metody teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky vytvářejí důležitý analytický a metodický prostředek operačního výzkumu.

Obecný postup řešení problémů rozboru, kontroly a řízení ve strojírenském výzkumu, vývoji a výrobě lze charakterizovat takto:

- a) formulace úlohy na základě dosavadních poznatků,

*) Upravený referát z konference o aplikacích matematické statistiky ve strojírenství, která se konala v Liblicích u Prahy v květnu 1962 (viz [1]).

- b) vypracování matematického modelu příslušného jevu či procesu,
- c) matematické řešení úlohy,
- d) ověření správnosti modelu a řešení na základě empirických pozorování,
- e) vypracování kritérií pro průběžné hodnocení příslušného jevu či procesu a pro rozhodnutí o způsobu jeho řízení,
- f) trvalá realizace celého řešení.

HLAVNÍ SMĚRY APLIKACÍ, NĚKTERÉ PROBLÉMY A METODY ŘEŠENÍ

Během posledních třiceti let lze na celém světě pozorovat prudký rozvoj aplikací matematicko-statistických metod ve všech průmyslových oborech, zejména ve strojírenství. Třebaže tyto metody se v časovém postupu rozdílně uplatnily a byly různě aplikovány v jednotlivých průmyslově vyspělých státech, lze obecně charakterizovat obory aplikací ve světovém měřítku podle následujících hledisek:

1. Výzkum a vývoj
 - a) materiálů,
 - b) různých technologií,
 - c) vlastností výrobků.
2. Konstrukce a technická příprava výroby, zejména stanovení optimálních technologických postupů.
3. Měřicí technika, technická kontrola, zkušebnictví a normalizace
4. Problémy automatizace:
 - a) sdělovací technika a automatická regulace,
 - b) spolehlivost složitých zařízení.
5. Problémy ekonomicko-organizační povahy.
6. Celkové technicko-ekonomické řízení výroby.

Chronologicky vzato našly metody matematické statistiky uplatnění v cizině, a to asi před 30 lety v oboru 3., kde byla na dříve známých poznatcích z teorie chyb měření a výběrové techniky vybudována teorie a praxe statistické kontroly jakosti. Jedna skupina metod statistické kontroly jakosti zachovala charakter „kontrolní“ ve smyslu hodnocení jakosti výrobků (statistické výběrové přejímky) a druhá skupina převzala funkci aktivního řízení výrobního pochodu na základě výsledků kontroly (statistické metody regulace). Rostoucí technické požadavky na výrobky a přesnější kritéria statistických kontrolních metod vedla postupně k širšímu použití matematicko-statistických metod při specifikaci vlastností výrobků samotných, vhodných materiálů a technologických postupů, tj. v oborech 1. a 2. Snaha po dosažení požadovaných technických parametrů výrobků při minimálních celkových nákladech vedla dále k použití statistických metod rozboru i při zkoumání celé ekonomické stránky výroby a k použití zásad statistické regulace pro řízení technologických faktorů (jako teplota, rychlost posuvu, množství plynu atd.) a ekonomických ukazatelů (jako výkon, spotřeba proudu, využití strojů atd.).

Aplikace v tomto rozsahu zhruba charakterizují stav až do r. 1940. Po metodické stránce se v této činnosti použilo základních partií teorie pravděpodobnosti a klasických metod matematické statistiky: teorie distribučních funkcí náhodných veličin (zejména rozdělení binomického, Poissonova, Gaussova a z něho odvozených rozdělení χ^2 , t , F aj.), teorie odhadů, testů významnosti, teorie regrese a korelace, plánování pokusů, analýzy rozptylu a speciálních metod testování hypotéz, které se uplatňují ve statistických přejímkách a statistické regulaci (viz [2] až [5]).

Těsně před druhou světovou válkou, během ní a zejména po ní došlo k několika významným změnám jak v teoretických prostředcích, tak ve směrech aplikací. Klasické teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky byly počínaje rokem 1931 doplňovány obecnou teorií náhodných procesů na základě prací KOLMOGOROVA, CHINČINA, FELLERA, DOOBA a jiných. Tato nová teorie našla uplatnění v celé řadě fyzikálních a technických oborů. S její pomocí bylo možno vypracovat objektivnější modely některých jevů a procesů, které byly již zkoumány v rámci směrů aplikací 1. až 3., např. modely rozrušování materiálu při dynamickém namáhání, náhodné kmitání strojních součástí, stochastické modely výrobních procesů atd. Uplatnily se také při řešení různých problémů rychle se rozvíjejícího oboru automatizace (směr 4). Na prvním místě to byly problémy sdělovací techniky a automatické regulace, kde se pro charakterizování vlastností náhodných poruch a vstupních, resp. výstupních signálů ukázaly velmi vhodnými prostředky teorie stacionárních náhodných procesů a metody korelační a spektrální analýzy. Na druhém místě začala nabývat velké důležitosti otázka spolehlivosti provozu složitých samočinných zařízení, a tedy i otázky bezporuchové funkce jejich jednotlivých prvků.

Nakonec snaha najít objektivní kritéria pro rozhodování řídicích složek v otázkách nejen technických, ale i ekonomicko-organizačních vedla v posledních letech k vypracování řady pravděpodobnostních metod speciálního zaměření, které jsou někdy zahrnuty do oboru operačního výzkumu (směr 5). Kromě klasických metod statistického rozboru jsou to hlavně metody tzv. teorie front (hromadné obsluhy), teorie skladů a teorie obnovy, Monte Carlo (simulace) a stochastického programování. Nejběžnějšími modely teorie front jsou některé typy markovských procesů s diskrétními stavy a spojitým časem, např. známý Poissonův proces.

Z výše uvedených pěti zaměření vyplývá, že matematicko-statistické metody tvoří důležitý analytický a metodický prostředek při plnění úkolů technicko-ekonomického řízení podniků na všech stupních (směr 6). V současné době jsou v čs. strojírenství uplatněny matematicko-statistické metody – ve větší nebo menší míře – ve všech jmenovaných směrech. V dalším budou stručně uvedeny některé provedené práce.

VÝZKUM A VÝVOJ MATERIÁLŮ, RŮZNÝCH TECHNOLOGIÍ A VLASTNOSTÍ VÝROBKŮ

Každá jednotlivá strojírenská technologie má svoje specifické problémy, což dalo mimo jiné podnět k vybudování zvláštních výzkumných ústavů pro otázky obrábění,

slévárenství atd. Problémy volby vhodných materiálů pro jednotlivé výrobky vedly také k vybudování ústavů pro výzkum materiálů a povrchovou ochranu. Technický pokrok také ovšem vyžaduje, aby se hledaly cesty ke zdokonalování funkčních a provozních vlastností výrobků samotných (viz např. ústavy pro výzkum kabelů a izolantů, valivých ložisek, motorových vozidel atd.). Výzkumná činnost se zaměřuje na hledání nových materiálů, efektivnějších technologií a vyšších technických parametrů výrobků; výsledkem řešení zde musí být přesně vymezené požadavky na materiál a na technické vlastnosti uvažovaného výrobku. Teprve na základě takto přesně formulovaných vlastností výrobků je možno vypracovat účelnou konstrukci a přesné technologické i kontrolní postupy.

První široká aplikace matematicko-statistických metod na výzkumných pracovištích souvisí s vyhodnocováním výsledků experimentálního výzkumu, zejména pomocí testů významnosti a lineárních nebo nelineárních modelů mnohonásobné regrese. Při vhodném uspořádání pokusů lze získat dostatečně přesnou informaci o zkoumaných vztazích na základě minimálního počtu zkoušek, a to tak, že i výpočtová práce spojená s vyhodnocením výsledků je zvlášť jednoduchá.

Druhá skupina aplikací ve výzkumu se vztahuje na vystižení náhodné stránky zkoumaného jevu či procesu pomocí matematicko-statistického modelu. Veškeré problémy náhodného kmitání mechanického původu a s ním souvisejících jevů, jako poruchy materiálů a nedokonalá funkce výrobků, spadají do této kategorie. Na výzkumných pracovištích čs. strojírenství jsou tyto metody postupně rozšiřovány např. v materiálovém výzkumu (otázky hodnocení únavových vlastností a struktury materiálu), ve výzkumu brusného pochodu a ve výzkumu strojních součástí (otázky hlučnosti valivých ložisek zaviněné nedodržením požadovaného geometrického tvaru aj.).

KONSTRUKCE A TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY, ZEJMÉNA STANOVENÍ OPTIMÁLNÍCH TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ

Po přesném vymezení požadovaných technických parametrů materiálů a výrobků musí být vypracována konstrukce a technologický postup, které zaručí splnění vlastností výrobků při minimálních nákladech. Zde je opět široké pole působnosti pro aplikace matematicko-statistických metod, např. při výpočtu rozměrů a tolerancí jednotlivých součástí k zajištění jejich vzájemné vyměnitelnosti, při stanovení optimálního počtu typových řad, při rozboru přesnosti výrobních operací a při posuzování vlivu změn v technologii nebo v konstrukci na jakost nebo hospodárnost výroby, při sladění přesnosti výrobního zařízení s přesností požadovanou od konstrukce atd. Na základě rozboru technologie se musí stanovit kvantitativní závislosti mezi technickými vlastnostmi výrobků a ekonomickými ukazateli na jedné straně a jednotlivými technologickými faktory na straně druhé. Z vypracovaného matematicko-statistického modelu lze pak vymezit optimální technologické předpisy.

Problémy rozboru technologie u operací obrábění, ve slévárenství, v kabelárenském průmyslu atd. se v našem strojírenství studovaly ve značném rozsahu. Teprve na

základě přesně stanovených technologických postupů je možné a účelné přistoupit ke kontrolní a řídicí činnosti.

Znalost přesného modelu celého technologického procesu je zvlášť důležitá při přechodu na automatizaci.

MĚŘICÍ TECHNIKA, TECHNICKÁ KONTROLA, ZKUŠEBNICTVÍ A NORMALIZACE

Nejznámější aplikace matematické statistiky jsou aplikace v měřicí technice, v kontrole i zkoušení výrobků a v normalizaci.

Statistické kontrolní metody se pro svoje výhody široce uplatňují ve světovém měřítku. Tak např. statistické přejímky použité na všech stupních přejímacích kontrol a v normalizaci nebo při sjednávání technických podmínek a hospodářských smluv přinášejí spolehlivost, přesnost a objektivitu při rozhodování o jakosti dodávek a kromě toho též z hospodárnění práce příslušného kontrolního aparátu.

Metody statistické regulace jakosti výrobků, technologických faktorů nebo ekonomických ukazatelů během výrobního pochodu umožňují rozlišovat mezi odchylkami, které jsou „dovolené“ v rámci obvyklých výkyvů v jakosti surovin, výrobních činitelů atd., a těmi odchylkami, které jsou zaviněny příčinami, jež lze identifikovat a odstranit (např. nedodržení technologického postupu, opotřebenění nástroje atd.). Statistická regulace se vyznačuje svým zpětnovazebním vlivem na výrobní proces, ať je provedena lidským činitelem nebo automatickým zařízením. Má proto značný preventivní význam, který se projevuje v silném omezování výskytu zmetků a v celkovém z hospodárnění výrobního procesu i po jiných stránkách (úspora materiálu, lepší využití strojního času atd.).

V posledních deseti letech byly v našem strojírenství získány se statistickými kontrolními metodami bohaté praktické zkušenosti. Kromě toho byla vypracována řada nových jednoduchých a účinných kritérií jak pro statistické přejímky, tak pro statistickou regulaci. U nás byla podrobně teoreticky vyšetřována skupinová metoda regulace, která se pro snadnou technickou realizaci stala základem několika statistických regulačních automatů. Hlavní osvědčené metody statistické kontroly jakosti jsou uvedeny v čs. normách.

Ve zkušebnictví lze uplatnit stejné statistické úvahy jako ve výzkumu, pokud se týká stanovení minimálního počtu zkoušek nutných k zaručení požadované přesnosti odhadnutých parametrů sledované veličiny. Speciální skupina problémů se vztahuje na zkoušky životnosti, popř. opotřebenění nebo trvanlivosti, na otázky vhodných modelů životnosti, na možnosti odhadu parametrů životnosti na základě zkrácených zkoušek a na problémy ověřovacích zkoušek.

Velký význam pro zdokonalení technické úrovně výrobků má statistický rozbor příčin reklamací a poruch výrobků v provozu u zákazníka. Výsledků lze využít pro rozhodnutí o nutnosti konstrukčních nebo technologických změn a o potřebném rozsahu výroby náhradních dílů. Aplikace v tomto oboru jsou u nás teprve v začátcích a mohly by patrně odhalit značné rezervy.

PROBLÉMY AUTOMATIZACE

Požadavky moderní techniky na automatizované provozy vybavené rychlejším a přesnějším regulačním zařízením vedly v posledních dvaceti letech k nebyvalému rozvoji dvou příbuzných oborů, a to sdělovací techniky a automatické regulace.

Ústředním problémem ve sdělovací technice je úspěšné oddělování šumu od užitečných signálů neboli filtrace, která je popř. spojena s predikcí. Vzhledem k náhodné povaze šumu a předávaných zpráv ve sdělovacích soustavách došlo ke spojování klasických metod sdělovací techniky (např. harmonická analýza) s metodami pravděpodobnosti a matematické statistiky. KOLMOGOROVY a WIENEROVY práce z let 1941–42 položily základ statistické teorie optimálních lineárních soustav se stacionárními vstupními náhodnými signály; teorie filtrace a predikce je pouze jejich částí. Podstata Wienerovy-Kolmogorovy teorie je kritérium minimalizace střední kvadratické chyby mezi žádaným a skutečným výstupním signálem, což v případě filtrace a predikce vede k řešení integrální rovnice Wienerova-Hopfova typu pro optimální váhovou funkci příslušného lineárního členu.

Vzhledem k náhodné povaze mnohých poruchových jevů a nepřesností členů regulačních soustav, popř. samotného řídicího signálu se ukázalo účelné použít tohoto teoretického aparátu i pro analýzu chování a jakosti funkce lineárních soustav se spojitou regulací. V tomto případě se kritérium minimalizace střední kvadratické chyby vztahuje k tzv. chybě regulace, tj. k odchylce mezi vstupní řídicí veličinou a skutečnou výstupní veličinou. S využitím jednoduchého vztahu mezi středním čtvercem a spektrální hustotou signálu (v tomto případě chyby regulace) je možno hledat pro danou regulační soustavu takové hodnoty technických parametrů regulátoru, které minimalizují střední kvadratickou chybu regulace.

Další výhodou nově vybudované teorie je možnost získat obvyklé přenosové charakteristiky (např. frekvenční charakteristiky nebo váhové funkce) členů regulační soustavy na základě měření za provozních podmínek. Hledané charakteristiky se přitom určují pomocí autokorelační a vzájemné korelační funkce vstupních a výstupních veličin nebo pomocí příslušných spektrálních funkcí.

Rozšíření této teorie na nelineární regulační soustavy, na případy působení nestacionárních náhodných vlivů a na soustavy s diskrétní regulací je v současné době předmětem intenzivního výzkumu na celém světě.

Při hledání optimálních parametrů regulačních soustav ve výzkumném nebo vývojovém stadiu mohou značně přispět také statistické zásady plánování experimentů a vypracování postupů pro nalezení extrémů regresních funkcí, např. metodou nejvyššího spádu. Tyto postupy lze také vtělit do automatických regulačních soustav se samočinným nastavováním optimálních parametrů.

Na výše uvedených úkolech se pracuje v ČSSR v několika výzkumných ústavech ČSAV a resortů strojírenství. Nutným předpokladem plného využití těchto metod je dostatečná přístrojová technika, např. korelátory, spektrální analyzátory a analogové a číslicové počítačové stroje.

Další aktuální problém, který vzniká u složitých samočinných zařízení s mnoha prvky, se vztahuje na hodnocení spolehlivosti provozu celého zařízení, máme-li informace o vadnosti nebo poruchovosti jeho jednotlivých prvků. Aby celková spolehlivost byla větší než u jednotlivých prvků (a nikoliv naopak), je možno využít některých poznatků z teorie elektrických sítí a podle nich zařadit do soustavy některé prvky nebo skupiny prvků dvojmo s automatickým přepínáním v případě poruchy. Tato teorie těsně navazuje na otázky modelů životnosti a zkušebních metod pro odhad jejich parametrů.

PROBLÉMY EKONOMICKO-ORGANIZAČNÍ POVAHY

V zahraničním průmyslu se začal zejména po válce rozvíjet další obor aplikací, a to při řešení speciálních problémů, které sice těsně souvisí s technickou stránkou výroby, ale mají převážně ekonomicko-organizační dosah. Při jejich řešení se uplatňuje zásada, aby výsledky byly v nějakém (obvykle ekonomickém) smyslu optimální, a to z hlediska celé organizace, podniku, resortu atd. V této souvislosti lze uvést často citovaný příklad optimálního postupu doplňování zásob ve skladu, při kterém je nutno sladit protichůdné zájmy výroby na jedné straně a hospodářských útvarů na straně druhé. Výroba má zájem, aby zásoby byly maximální, aby mohla vyrábět nepřerušeně dlouhé série s minimálními výrobními náklady; hospodářské útvary mají naopak zájem, aby sklady byly minimální, aby nebyly vázány zbytečné fondy.

K „optimálnímu“ řešení takových problémů je nutno jednak vycházet z matematického modelu uvažovaných vztahů, jednak volit nějakou míru efektivnosti práce celé organizace. Optimální řešení je takové, které tuto veličinu maximalizuje. Účelem nových metod je zřejmě postavit rozhodování řídicích složek větších organizací na objektivní matematický základ. Nutným předpokladem využití těchto postupů řešení je ovšem přesná informace o nákladech na všech úsecích výrobního procesu.

Uvedený nový obor metod se nazývá operační výzkum. Rozbor literatury ukazuje, že velkou část teoretických prostředků operačního výzkumu tvoří metody matematické statistiky a teorie pravděpodobnosti. Z jiných metod jsou nejdůležitější lineární algebra a variační počet.

Kromě klasických metod matematické statistiky, kterých se užívá pro rozbor zkoumaných jevů – většinou náhodné povahy – a pro odvozování matematicko-statistických modelů, lze do operačního výzkumu zahrnout pět hlavních tříd problémů, které daly podnět k vypracování speciálních modelů a metod:

- a) modely front a hromadné obsluhy,
- b) modely skladů,
- c) modely obnovy a údržby,
- d) modely alokace a matematické programování,
- e) metody Monte Carlo (simulace).

Bez pravděpodobnostních a statistických metod se zde můžeme obejít pouze při

první aproximaci řešení některých úloh matematického programování. Konstantní hodnoty technických a ekonomických parametrů (výrobnost, náklady atd.) vystupující v rovnicích lineárního, nelineárního a dynamického programování jsou ve skutečnosti pouze odhady, a tedy jsou doprovázeny náhodnými chybami. Ty se pak mohou projevit v přesnosti řešení a příslušné modely přecházejí v modely stochastického programování.

Aplikace matematicko-statistických metod v tomto oboru jsou v našem strojírenství teprve v začátcích. Z problémů hromadné obsluhy byl např. řešen úkol stanovení optimálního počtu seřizovačů (obsluhujících) pro určitý strojový park, kde dochází k náhodným poruchám strojů. Za kritérium pro optimalitu řešení byl zvolen požadavek, aby byly minimální celkové náklady vzniklé jednak prostojem strojů, jednak nevyužitím celého času seřizovačů. Obrácený úkol, tj. najít optimální pořadí přidělování práce k danému obsluhujícímu aparátu, což má velký význam pro efektivnost linkové a automatizované výroby, se teprve začíná řešit.

V oboru teorie skladů byly rovněž vypracovány některé nové modely postupů takového doplňování zásob materiálu do skladu, aby byla zajištěna plynulost výroby; vycházelo se tu ze speciálních podmínek dodavatelských vztahů v plánovaném hospodářství.

Základní úlohou v teorii obnovy a údržby je stanovit pravidlo pro nahrazení, resp. opravu výrobků a celých zařízení, která podléhají opotřebením nebo selháním, a to tak, aby celkové náklady spojené se sníženou efektivností zařízení před výměnou nebo opravou, s mimoprovozním časem atd. byly minimální. Přes svůj velký ekonomický význam neuplatnila se dosud tato teorie v čs. strojírenství, pokud je nám známo.

Z problémů alokace se v našem strojírenství zatím řešilo pouze několik konkrétních úloh z oboru lineárního programování (např. dopravní problém, problém optimálního vsázkování a problém plánování malosériové výroby). Pokud je nám známo, nejsou zatím žádné zkušenosti s nelineárním, dynamickým a stochastickým programováním.

Metody Monte Carlo umožňují pomocí experimentů na numerickém nebo fyzikálním modelu řešit složité problémy náhodné povahy, jejichž řešení normálními analytickými nebo numerickými metodami je technicky nebo časově nezvládnutelné. S jejich pomocí lze modelovat zejména náhodné procesy ve výrobě a zkoušet na modelu různá alternativní řešení daného problému (např. problému optimálního způsobu automatické regulace, problému optimálního postupu obnovy opotřebených součástí atd.).

CELKOVÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ ŘÍZENÍ PODNIKU

Z výše uvedeného přehledu aplikací matematicko-statistických metod při rozboru, kontrole a řídicí činnosti ve strojírenském výzkumu, konstrukci, technologii, technické kontrole, zkušebnictví, normalizaci, automatizaci a při řešení problémů ekonomicko-organizační povahy vyplývá velký význam těchto metod pro plnění cílů technicko-

ekonomického řízení strojírenských podniků, tj. pro zajištění světových technických parametrů a jakosti výrobků při současném plnění požadavku maximální efektivity výroby.

ZÁVĚR

V tomto článku jsme se pokusili charakterizovat současný stav aplikací matematicko-statistických metod v čs. strojírenství a zároveň poukázat jednak na některé významné výsledky, kterých se již dosáhlo, jednak na některé důležité směry, které jsou u nás nedostatečně vyvinuty. Přitom však nebylo cílem hodnotit aktuálnost a naléhavost rozvoje jednotlivých odvětví teorie matematické statistiky a náhodných procesů z hlediska potřeb technické praxe.

V oblastech hodnocení vlastností materiálů, automatické regulace a zkoušení i kontroly strojních součástí a výrobků se v posledních letech dosáhlo původních teoretických a důležitých praktických výsledků. Okruh pracovníků, kteří se zabývají využitím těchto metod při řešení výzkumných a technických problémů, je zatím poměrně úzký a je soustředěn v několika málo výzkumných ústavech a podnicích. Aby naše strojírenství nezaostávalo v tomto oboru za úrovní ostatních průmyslově vyspělých států, je nutno značně rozšířit počet výzkumných a vedoucích technických i hospodářských pracovníků, kteří přímo uplatňují matematicko-statistické metody ve své práci.

Vědomí této skutečnosti na úrovni nejvyšších státních institucí vedlo v poslední době k projednání opatření, jimiž se zajišťuje širší využití matematicko-statistických metod v celém čs. průmyslu.

Literatura

- [1] *Sborník konference o aplikacích matematické statistiky ve strojírenství*. Publikace ČSVTS, Praha 1962.
- [2] DUPAČ V., HÁJEK J.: *Pravděpodobnost ve vědě a technice*. NČSAV, Praha 1962.
- [3] HALD A.: *Statistical theory with engineering applications*. J. Wiley, New York 1952. Ruský překlad: *Matematičeskaja statistika s techničeskimi priloženijami*. Izdat. inostran. lit., Moskva 1956.
- [4] DUNIN-BARKOVSKIJ J. V., SMIRNOV N. V.: *Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika v technike*. Goz. tech. izdat., Moskva 1955.
- [5] JANKO J.: *Statistické tabulky*. NČSAV, Praha 1959.
- [6] FELIX M., BLÁHA K.: *Matematicko-statistické metody v chemickém průmyslu*. SNTL, Praha 1962.