

ANALÝZA MYŠLIENKOVEJ ČINNOSTI OPERÁTORA

M. STRÍŽENEC

Ústav experimentálnej psychológie SAV, Bratislava

Venované k 60 narodeninám prof. dr. A. Jurovského, DrSc.

V poslednom čase sa do popredia záujmu ergonómiky dostávajú aj otázky myslenia operátora. Ide tu nielen o vplyvy teoretických disciplín (kybernetika, všeobecná psychológia), ale aj samotná analýza práce a pracovného miesta v modernej výrobe poukazuje na nutnosť hlbšie objasniť myšlienkové procesy operátora.

I.

Vo všeobecnej psychológii — kde sa prejavuje snaha zjednotiť odlišné prístupy k chápaniu podstaty myslenia — sa myslenie stotožňuje s riešením problémovej situácie (Bergius, 1964). Zisťuje sa závislosť procesu riešenia na situáčnej, materiálovej a konfliktovej analýze úlohy. Produktivnosť myslenia sa prejavuje vo figurálnom a funkcionálnom preštrukturovaní daného problému. Čo sa týka samotných problémov, možno ich rozdeliť na otvorené (vytváranie nápadov) a zatvorené (výber z konečného súboru riešení). Kozielocki (1966) upozornil na jav samopotvrdzovania pri verifikácii hypotézy, ktorý spočíva v uprednostnení kladnej pred zápornou informáciou. Názorný obraz o súčasnej psychológii myslenia poskytuje zborník redigovaný Kleinmuntzom (1966). Okrem porovnania operačného a informačného prístupu cenný je tu najmä dôraz na adekvátnu analýzu protokolu (hlasitého myslenia p. o.).

Celkove však doterajšie prístupy všeobecnej psychológie sú pre ergonómickú analýzu nedostačujúce, a to najmä preto, lebo sa vychádza z jednoznačne určených (deterministických) situácií a pri výskume sa používajú len jednoduché slovné alebo geometricko-konštruktívne problémy.

Značné nádeje sa vkladajú preto do kybernetiky — najmä po tom, ako sa začala v oblasti myslenia orientovať na heuristické programovanie (pozri Stríženec, 1966). Paige a Simon (in Kleinmuntz, 1966) použili Bobrovov program STUDENT na riešenie slovne-algebraických problémov a porovnávali výkony ľudí a počítača. Avšak aj kybernetické koncepcie v ich terajšej forme príliš zjednodušujú realitu, neumožňujú zachytiť priebeh myslenia operátora v jeho dynamike a podmienenosti konkrétnou technologickou situáciou. Na druhej strane však nemožno poprieť prínos kybernetických disciplín, najmä čo sa týka poznatkov o príjme a spracovaní informácie, vytváraní informačného modelu situácie, kombinovaní algoritmických a heuristických postupov pri riešení problému atď.

V oblasti ergonómiky, resp. inžinierskej psychológie sa myslením operátora zaoberali Puškin, Galaktionov, Leplat, Cristian atď. (podrobnejší rozbor pozri Stríženec, 1967). V poslednom čase Olivier (1966) poukázal na možnosť využitia semiologických schém (jazyka programovania) pri zobrazení riešenia problému. V tomto smere je známa práca Leplata a Bissereta (1965), ktorí zachytili spracovanie informácie u dispečera na letisku vo forme organogramu (rodostromu),

podávajúceho topologický obraz organizácie operácií. Údaje získali pomocou „hlasitého myslenia“ dispečerov. Spôsob zostavenia algoritmu pracovných procesov popísal Zarakovskij (1966). Vzhľadom na špecifičnosť jednotlivých členov algoritmu používa viacej kvantitatívnych mier ako aj dvojriadkový zápis algoritmu (hľadacia a automatizovaná činnosť). Autor uvádza tiež vzorce na výpočet zložitosti algoritmu ako aj ukážky zápisu algoritmu činnosti kormidelníka na lodi a šoféra pri predbiehaní iného auta. Laboratórny model konkrétnej situácie (chemická výroba) vytvorili Cristian a Zbaganu (1966). Graficky porovnali priebeh riešenia u jednotlivcov so vzorovým programom. Vytvorením syntetických kriviek sa zistili kľúčové operácie a časová analýza poukázala na kritické body.

Z uvedených analýz myslenia operátora vyplýva, že je potrebné ďalej sa venovať skúmaniu myšlienkových operácií najmä s použitím graficko-algoritmických zápisov, avšak vždy v kontexte konkrétnych činností operátora.

II.

Činnosť operátora v modernej výrobe závisí na stupni automatizácie, druhu výroby, organizácii práce v podniku a pod. Celkove však nároky na vyššie psychické procesy stúpajú. Človek je v kontakte s výrobným procesom sprostredkovane, riadi výrobu pomocou jej informačného modelu. Základným obsahom jeho činnosti je spracovanie a logická interpretácia získaných informácií ako i výber optimálneho riešenia pre danú situáciu.

Pri kontinuítnej výrobe ide o optimalizáciu výrobného procesu. Výber najvhodnejšieho zásahu sa uskutočňuje na základe poznatkov z analogickej situácie v minulosti alebo pomocou „mentálneho modelu“ situácie. Dôsledné logické spracovanie získanej informácie je znemožnené zložitou procesom a nutnosťou odhadovať niektoré údaje.

Pri centralizovanom diaľkovom ovládaní riadené objekty nie sú fyzicky dostupné operátorovi. I pri nedostatku informácie treba tu robiť rýchly a optimálny zásah (často v neočakávanom okamihu). Operátor sa rozhoduje medzi určenými alternatívami.

U operátora teda môže ísť o celú škálu myšlienkových a rozhodovacích procesov, počínajúc disjunktívnym odpovedovým časom a končiac zložitými intelektuálnymi výkonmi (pravdepodobnostno-heuristické úvahy) pri optimalizácii mnohých parametrov. V sovietskej inžinierskej psychológii sa udomácnil termín operatívne myslenie, čím sa rozumie riešenie praktických úloh, pričom dochádza u človeka k vytvoreniu modelu plánovanej činnosti. Proces spracovania informácie má mnohoúrovňovú štruktúru a tomu treba prispôbiť typ používaného informačného modelu (úprava panelu).

Oddelenie inžinierskej psychológie nášho ústavu sa v dlhodobom výskume zameralo na analýzu práce operátora v chemickej výrobe. Použili sa metódy pozorovania, rozhovoru a časových štúdií. V prvej skúmanej prevádzke s nižším stupňom automatizácie operátor venoval 28 % sledovaniu oznamovačov, 25 % času regulácii parametrov (často aj vonku na zariadení) a 17 % času vyhotoveniu záznamov a hlásení. V druhej náročnejšej prevádzke s vyšším stupňom automatizácie operátor zostáva celý čas pri paneli, sleduje oznamovače a len zriedka zasahuje do automatickej regulácie (pri veľkých výkyvoch nastavených parametrov). Väčšie nároky sú tu na operátora čo sa týka koordinácie činnosti

jeho pomocníkov, ďalej pri náhlom odstavení zariadenia a najmä pri nabíjaní výroby.

Spracovanie informácie operátorom v oboch prípadoch má tieto fázy:

1. Zistenie problémovej situácie — dochádza k nemu pri bežnom sledovaní oznamovačov, pri výskyte výstražného signálu (prekročenie limitov v dôležitých parametroch), na základe informácie od pomocníkov, nadriadených ako aj spätnej informácie (výsledky laboratórnych rozborov produktov).

2. Analýza situácie a aktívny výber informácie prispievajú k formovaniu myšlienkového modelu situácie, ktorý potom riadi ďalší výber informácie.

3. Vlastné myslenie a rozhodovanie spočíva vo vytváraní variant riešenia a ich myšlienkovom overovaní, resp. u menej skúsených operátorov len po využití poznatkov z predchádzajúcej analogickej situácie. Vzhľadom na zložitosť riadeného procesu, čiastočnú neúplnosť a nespoľahlivosť získanej informácie, nedochádza tu k logickému preberaniu všetkých možných variant, ale skôr k pravdepodobnostne-heuristickým úvahám. Pritom diagnostické a prognostické úvahy sú tu nerozlučne spojené. Operátor musí prihliadať na dynamiku procesu a predvídať účinok terajšieho čiastkového zásahu na kvalitu produktu, ktorý vjde zo systému za 1—3 hodiny.

4. Kontrola správnosti zásahu vzhľadom na kontinuitnosť procesu, vzájomnú spätosť parametrov ako aj oneskorenie spätnej informácie nie je vždy jednoznačná. Podobne aj formálne dodržiavanie predpísaného technologického režimu (tolerancie hlavných parametrov) nezabezpečuje vždy optimálne výsledky.

Pri laboratórnom výskume niektorých aspektov činnosti operátora (pozri Daniel, Stríženec 1967) sme sa zamerali na zistenie vplyvu rýchlosti podávania signálov, záťaže a skúsenosti na výkon operátorov. Ukázalo sa, že vplyvom skúsenosti sa zlepšuje riešenie záťažovej situácie, avšak s vekom klesá celkový výkon, najmä schopnosť dlhodobej koncentrácie pozornosti. Pri rýchlejšom podávaní signálov sa zvyšuje počet chýb ako aj počet zamenených dekódovacích tabuliek. Záťaž zhoršila výkon v primárnej činnosti. Predchádzajúca činnosť nemá významový vplyv na zvládnutie záťažovej situácie.

Porovnanie výsledkov laboratórneho výskumu s hodnotením nadriadeného a testami (napr. Raven, názorové rady, pamäť, Eysenck) ukázalo najvyššiu zhodu medzi laboratórnymi výsledkami a Ravenom ($r = 0,467 + +$) ako aj medzi hodnotením a Ravenom ($r = 0,575 + +$). Výsledky laboratórneho výskumu (počet chýb v sekundárnej činnosti) taktiež významove korelujú s hodnotením nadriadeného ($r = 0,506 + +$).

III.

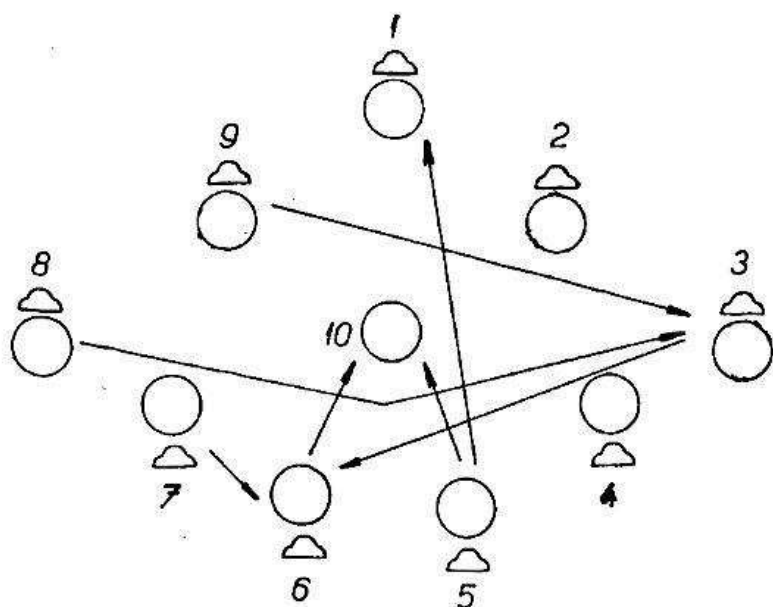
V snahe hlbšie preniknúť do samotného procesu myslenia operátora (a nielen produktu, čo poskytujú papierové testy), zistiť jeho fázy, sekvenčný ráz ako aj pravdepodobnostné charakteristiky, pokúsili sme sa využiť aparáturu „PSI“ navrhnutú Johnom (1957). Podnietilo nás k tomu tiež skúmanie programátorov pomocou tejto aparátury, uskutočnené Rouanetovou (1966). PSI sa skladá z 10 elektromechanických prvkov, usporiadaných do Booleovho počítača. Riešenie problému spočíva v objasnení konečného súboru vzťahov pomedzi prvkami (existencia a smer vzťahu je udaný šípkou, podstata vzťahu — implikácia, konjunkcia či negácia — nie je vyznačená), čo sa dosahuje manipuláciou (stláčaním tlačítok) s prvkami. Vlastná úloha spočíva v rozsvietení výstupného svetla

pomocou udaných tlačítok. Ako kritéria výkonu John používal trvanie riešenia, počet položených otázok, trvanie prestávok, nadbytočnosť, spôsob prístupu (analogický, syntetický) atď. Výhodou metodiky je, že umožňuje detailnú analýzu procesu riešenia, pričom informačný obsah a štruktúru podávaných problémov možno kvalifikovať. Autor uvádza, že metodika je vhodná aj na diagnostikovanie výkonu v niektorých profesiách.

Rouanet použila vlastnú modifikáciu metodiky a zisťovala poradie obťažnosti 6 problémov, vplyv pamäti, vplyv oboznámenosti s aparátúrou a dôkladnosti inštrukcie. Validizovala metodiku na skupine programátorov. Významová korelácia s úspechom pri záverečnej skúške bola len pri prvých troch problémoch (a nie pri všetkých šiestich). Autorka zdôrazňuje, že je potrebné ešte analyzovať mnohé faktory vyplývajúce na výkon pri tejto metodike (ide najmä o priestorové zobrazenie časových javov).

V predvýskume (14 študentiek Zdravotnej školy vo veku 17 rokov) sme porovnali dva problémy (I — obsahoval 6 prvkov informácie, ukazovateľ obťažnosti Gysp = 3; II — 8 prvkov; Gysp = 4). V trvaní riešenia ani v počte otázok nebol významový rozdiel. Počet stlačení bol pri II. probléme väčší, rovnako aj ukazovateľ rýchlosti a kompletnosti sa zvýšil. Viac nadbytočnej informácie sa získalo pri I. probléme.

Z vlastného výskumu sme zatiaľ uskutočnili len prvú etapu — 11 operátorom (priemerný vek 24 rokov) sme predložili na riešenie 1 problém, ktorý obsahoval 10 prvkov informácie (obťažnosť podľa kritéria Gysp bola 6). Manipulácie p. o.



sa registrovali na kymograf. Pri analýze záznamu sme použili väčšinu z Johnom navrhnutých kritérií. Uvádzame tu len predbežne spracované najdôležitejšie poznatky z tohto výskumu. Priemerné trvanie riešenia bolo 5 minút a rýchlosť výkonu 3 otázky (t. j. súčasné alebo súvisiace manipulácie) za minútu. Počas výkonu sa vyskytlo priemerne 6 prestávok s trvaním 20 sek a viac. Opakovanie tých istých otázok sa vyskytlo priemerne 5-krát. Za minútu p. o. získali priemerne 1,53 dvoj. jed. informácie. Rozlíšili sme tiež fázu získavania implicitnej

a explicitnej informácie. Nadbytočné (t. j. odvoditeľné z predošlých poznatkov) otázky tvorili 29 % z celkového počtu informatívnych otázok. Bod presunu od analytickej k syntetickej fáze nastal približne v polovici pokusu.

Zo vzájomných korelácií použitých kritérií najväčšiu zhodu vykazuje čas s opakovaním ($r_s = 0,84$), a s počtom otázok (0,82). So zvyšovaním rýchlostí sa skracovali prestávky (0,90). Porovnanie výsledkov s výkonom v testoch ukázalo najväčšiu zhodu medzi časom a Dunajevského názornými radmi ($-0,80$) ako aj časom a reakčným časom ($-0,82$). U časti operátorov uskutočnené porovnanie výkonu na aparátúre „PSI“ s hodnotením operátora (vypracoval ho nadriadený) ukázalo len slabú zhodu. Zrejme bude treba podrobnejšie analyzovať vzťahy medzi vybraným problémom, charakteristikami pracovnej činnosti a spôsobom hodnotenia pracovníkov.

V ďalšej etape chceme vychádzať z tejto analýzy a na aparátúre „PSI“ adekvátnejšie modelovať reálnu pracovnú situáciu operátora.

*

Záverom možno konštatovať, že tak doterajšia literatúra o všeobecných aspektoch myslenia ako aj experimenty zamerané na špecifickú činnosť operátora ukazujú na to, že rozbor myšlienkovvej činnosti operátora (za účelom výberu a zácviu) musí sa opierať o také metódy, ktoré umožňujú zachytiť dynamiku riešenia problému, vyčleniť najdôležitejšie fázy a samozrejme kvantifikovať podnetové a odpovedové premenné. Podľa druhu vykonávanej činnosti a možností jej modelovania, resp. výskumu v reálnych podmienkach môžu to byť algoritmické zápisy, grafické schémy alebo laboratórne modely ako je napr. „PSI“. V každom prípade však rozbor výsledkov musí vyústiť v zovšeobecnenia, týkajúce sa známych alebo i nových stránok myšlienkových procesov.

LITERATÚRA

- Bergius, R., 1964, Produktives Denken (Problemlösen). Handb. d. Psychologie, B I/2, K. 13, 519—563. Göttingen.
- Cristian, G., Zbaganu, G., 1966, La solution des problèmes opératifs par des opérateurs et des dispatchers dans les conditions créées dans un laboratoire. Bucarest (manuscript).
- Crossman, E. R. W., 1960, Automation and skill. London.
- Daniel, J., Stríženec, M., 1967, Experimental research into some aspects of the operator's activity. I—II. *Studia psychol.*, 2—3.
- John, E. R., 1957, Contributions to the study of the problem-solving process. *Psychol. Monogr.*, vol. 71, No. 18 (447).
- Kleinmuntz, B. (ed.), 1966, Problem solving: Research, Method and Theory. Wiley, N. York.
- Kozielecki, J., 1966, Zagadnienia psychologii myslenia. PWN. Warszawa.
- Leplat, J., Bisseret, A., 1965, Analyse des processus de traitement de l'information chez le contrôleur de la navigation aérienne. *Bull. de C. E. R. P.*, 1—2, 51—67.
- Olivier, M., 1966, La recherche des problèmes en ergonomie. In Faverge J. M. (ed.), *L'Ergonomie des Processus Industriels*. Bruxelles, 15—32.
- Rouanet, J., Gateau, Y., Sicard, P., 1966, Note sur une tâche de résolution de problèmes. (Présentation du dispositif et de quelques résultats d'expériences). *Bull. du C. E. R. P.*, 3—4, 223—242.
- Stríženec, M., 1966, *Psychológia a kybernetika*. VSAV, Bratislava.
- Stríženec, M., 1967, On research into operator's thinking and decision-making. *Studia psychol.*, 1, 3—17.
- Welford, A. T., 1960, *Ergonomics of automation*. London.
- Zarakovskij, G. M., 1966, *Psichofiziologičeskij analiz trudovoj dejatel'nosti*. Nauka, Moskva.

РЕЗЮМЕ

Анализ мыслительной деятельности оператора

М. Стриженец

До сих пор подходы общей психологии направлены на детерминистические ситуации и простые проблемные ситуации. Кибернетические модели слишком упрощают реальный процесс мышления. Требования к оператору в непрерывном производстве и при центральном управлении на расстояние различны. Исследование в химическом производстве выявило ход обработки информации оператором. Изучение последовательного характера мышления нам позволило использование аппаратуры PSI, при помощи которой мы проэкзаменировали 11 операторов. Мы установили корреляции результатов деятельности при аппаратуре с помощью тестов и оценки начальника. В общем становится необходимым отмечать динамику мышления оператора при помощи графических или лабораторных методов.

SUMMARY

Analysis of an Operator's Thinking

M. Striženeć

The approaches adopted so far in general psychology have been directed towards deterministic situations and simple problem solving. Cybernetic models oversimplify the real thinking process. The claims laid on an operator in non-stop production and central remote control are quite different. A survey in a chemical production plant has pointed to the course of information processing by the operator. The sequential nature of thinking has been made possible by the PSI apparatus by means of which we have examined 11 operators. Correlations were ascertained between performance with the apparatus and psychological tests and the rating of Ss by their foremen. On the whole, it appears necessary to record the dynamics of an operator's thinking process either graphically, or by means of laboratory methods.