

PEDAGOGICKÁ PSYCHOLOGIE

Teorie paměti

PhDr. M. MICHALIČKA, CSc.,

Pedagogický ústav J. A. Komenského ČSAV, Praha

Prvé hypotézy o mechanismech a lokalizaci paměti byly vysloveny dávno před počátkem našeho letopočtu. Prvky asocianistické teorie paměti nacházíme např. již ve starověké indické či čínské filosofii (škola njája, vaišéšika, konfucianismus). Ze starověkých řeckých filosofů a přírodovědců věnovali svou pozornost problematice paměti např. Parmenides, Diogénes z Apollónie, Demokritos aj., především však klasikové antické filosofie Platón a Aristoteles.

Paměť jakožto psychickou vlastnost danou člověku matkou múz Mnemosynou připodobňuje Platón k voskové hmotě, lišící se u různých lidí různými vlastnostmi (čistotou, tvrdostí atd.), do níž se určitým způsobem a v určité uspořádanosti otiskují veškeré vjemy, zážitky a myšlenkové pochody (Theaitetos).

Podle Aristotela jsou pamětní stopy jakýmsi obrazy — představami minulých skutečných vjemů, vytvářejícími a znovuvybavujícími se podle zákona časové a prostorové kontiguity, podobnosti a kontrastu (stopy dřívějších vjemů jsou v srdci jakožto v biopsychickém centru organismu určitým způsobem pořádány a rovněž jejich vybavování se děje podle určitého pořádku). Tyto stopy, jimiž se postupně zaplňuje rozum (zpočátku tabula rasa), jsou základem individuální zkušenosti (viz jeho spis »O duši«).

Aristotelova teorie paměti byla pak v novověku oživena a plně rozvinuta senzualisty J. Lockem, D. Humem aj.

V polovině 17. stol. vyslovil R. Descartes svou racionálně spekulativní hypotézu o fyziologických mechanismech paměti. Fyziologickým korelátém pamětních stop jsou podle Descarta změny průchodnosti mozkových pórů, jimiž procházejí spiritus animales. Chce-li si člověk na něco vzpomenout, tu jeho vůle způsobuje naklánění epifýzy na různé strany a nutí spiritus animales vstupovat do různých částí mozku tak dlouho, až se dostanou do těch oblastí, kde jsou zanechány stopy toho, co si chce mysl vybavit. Při průchodu různými částmi mozku zanechávají spiritus animales obrazy percipovaných obrazů (ideae corporeae), tj. určité materiální změny, umožňující vybavení předchozích vjemů či myšlenkových pochodů. Stopy vzniklé průchodem spiritus animales mozkovými póry činí tyto póry (při opakovaném průchodu) propustnějšími, snadněji otevřitelnými (5).

Descartova hypotéza o mechanismech vytváření pamětních engramů již zřetelně anticipuje některé prvky o více než dvě stě let později rozpracované teorie paměti Th. Meynerta (*Theorie der ausgeschliffenen Bahnen*, 1888). Základní myšlenkou této prvé vědecky fundované teorie paměti, pokoušející se o objasnění fyziologických mechanismů asociace, je, že při simultánním vzniku dvou ohnisek podráždění v mozkové kůře se spojovací nervové dráhy po průchodu vzruchů stávají »dočasně výkonnějšími a propustnějšími« než jiné dráhy vedoucí z těchto ohnisek. Při opětovném vzniku podráždění v jednom z těchto ohnisek se pak vzruchy po tzv. »ausgeschliffene Verbindungen« šíří do druhého ohniska a vyvolávají zde stav podráždění (viz např. 8, str. 156).

Tato teorie paměti našla řadu významných zastánců, např. v H. Ebbinghausovi, Th. Ziehenovi, V. Kriesovi, E. Becherovi a j. a v dějinách psychologie a fyziologie sehrála mimořádně významnou úlohu. Rovněž pavlovská fyziologie vyšší nervové činnosti se při svém výkladu fyziologických mechanismů vytváření podmíněných reflexů v podstatě přidržuje základních představ této teorie (viz např. 30, 31 aj.).

Pojmy »dočasné spojení«, »asociace« a »pamětní stopa« chápal I. P. Pavlov v podstatě jakožto synonyma téhož jevu. »Jaký by byl důvod nějak rozlišovat, navzájem oddělovat to, co fyziolog nazývá dočasným spojením a psycholog asociací?«, píše v roce 1936 (31, str. 451; v. t. 26). Mechanismus vzniku podmíněného reflexu spatřuje ve vytváření prokletěných drah mezi dvěma ohnisky podráždění v hemisférách, přičemž podráždění z jednoho ohniska směřuje (je jakoby přitahováno) do silněji excitovaného ohniska. Při opakovaném působení podmíněného a nepodmíněného podnětu (vyvolávajících v příslušných centrech mozkové kůry ohniska podráždění) je dráha podráždění z jednoho korového centra do druhého »zvláště usnadněna a po několika opakováních prokletěna« (30, str. 55).

Podle názoru současných autorů, kteří se zabývají studiem podmíněné reflexní činnosti zvířat a člověka, je podstata procesu podmiňování dvojího druhu, a to dočasná funkční změna (u tzv. časně paměti) a strukturální změna (u tzv. trvalé paměti).¹⁾ Názory na povahu těchto funkčních či strukturálních změn se pak u různých autorů různí. Značně se různí názory i na význam průběhu podmiňování na vznik dočasných spojení. Podle jedné skupiny autorů dochází při každém opakovaném spojení indiferentního podnětu s nepodmíněným podnětem k postupnému, kumulativnímu narůstání změn vodivosti spojovacích nervových drah mezi příslušnými korovými centry, tj. k postupnému prokletěvání těchto drah (kontinuitní teorie), zatímco podle názoru jiných autorů (zastánců diskontinuitní teorie) nemá spojování indiferentního a nepodmíněného podnětu do doby, než dojde k objevu se podmíněného reflexu, prakticky žádný význam, tj. pro vlastní tvorbu podmíněného reflexu je toto spojování irelevantní, slouží pouze k tomu, aby podle

¹⁾ Někteří autoři, např. B. I. Krjukov a P. O. Makarov, se naopak domnívají, že dlouhodobé uchovávání informací může být objasněno kódováním těchto informací ve formě funkčních změn jednotlivých neuronů, a předpokládají, že se toto kódování uskutečňuje změnou prahu podráždění neuronů (22).

principu trial and error byly »vyzkoušeny« i různé chybné reakce (viz např. N. L. Munn, 29.)²⁾

Navazuje na S. T. B o k o v u hypotézu o tzv. stimulogenní fibrilaci, podle níž je růst nervových vláken ovlivňován elektrickou iradiací ze stimulovaných nervových drah, senzorických oblastí a svalů (1, 2), vyslovil v r. 1921 A. K a p p e r s domněnku o tom, že materiální substrát nově vznikajících asociací lze spatřovat v rozrůstání dendritů, a to pod vlivem účinku elektrického proudu vznikajícího při podráždění (neurony jsou elektricky polarizovány, axony rostou z buněčného těla ve směru průběhu elektrického proudu, dendrity rostou proti tomuto směru).

Kappersova hypotéza je (i když do jisté míry v modifikované podobě) akceptována i některými současnými autory (např. A. W e b e r) a svůj odraz nachází i v poměrně komplikované teorii paměti kanadského autora D. O. H e b b a (14, 15), který fyziologický základ paměti spatřuje ve vytváření tzv. buněčných shluků (cell assembly), a to vlivem často opakovaného podráždění. Předpokladem vzniku těchto buněčných shluků (difúzní struktura, obsahující buňky v šedé kůře, v diencefalu a pravděpodobně i v bazálních mozkových gangliích) jsou synaptické změny — vytváření nových synaptických zápojí a tím i vytváření nových buněčných spojí.

Nicméně, jak namítá J. F. T o e n n i e s, »je sotva myslitelné, aby v té krátké době, ve které může vzniknout pamětní stopa, mohlo dojít ke strukturálním změnám tkání centrální nervové soustavy v mikroskopicky postižitelných dimenzích v tom smyslu, že se vytvářejí nové synaptické zápoje nebo že existující zápoje mění své prostorové vztahy k sousedním buňkám« (cit podle 36).

Obdobnou námitku lze vznést i proti některým dalším teoriím, např. proti J. C. E c c l e s o v ě teorii synaptické hypertrofie, předpokládající, že fyziologickým korelátem pamětních engramů jsou určité změny fyzikálních charakteristik synaptických plotének, k nimž dochází následkem opakovaného podráždění příslušných neuronů (9), umožňující snadnější interneuronální transmissi vzruchů na synapsích.

Je přirozené, že ty teorie, které implikují předpoklad opakovaného působení podnětů (např. při intencionálním učení), nejsou s to podat uspokojivé vysvětlení vzniku mnemotického engramu např. při incidentním působení podnětů.

Byla ovšem vypracována řada takových teorií paměti, které berou v úvahu možnost vytvoření pamětního engramu i při jednorázovém působení podnětů.

Sem patří např. vibrační, rezonanční teorie paměti. Základním předpokladem této teorie je (R. S e m o n, 38), že počítky vyvolávají v nervové substanci mozku určité vibrace, které se latentně uchovávají ve formě pamětního engramu; při opětném působení téhož či podobného podnětu se tyto vibrace znovu vybavují tak, jako se rozezní struna při zvukových vlnách téhož kmítočtu (princip homofonie).

²⁾ O novějších výsledcích experimentálního studia fyziologických mechanismů podmíněné reflexní činnosti referují podrobně O. Burešová a J. Bureš (4).

Do jisté míry podobnou, avšak daleko promyšlenější teorii paměti vypracoval u nás takřka ve stejné době V. Forster (10).

Pamětní stopu chápal V. Forster nikoli jako »otisk«, statickou změnu, nýbrž za »modifikaci zjednanou vykonanými reflexy, ne jako materiální stopu... je to spíše labilní charakter kinetické povahy« (10, str. 31), spočívající v uchování molekulárních vibrací (paměť chápal jako určitý organizovaný systém vibrací určitých »agregátů nervových elementů«), ve zvyšování energetického výkonného potenciálu nervových elementů. Vznik vzruchu v nervovém elementu má za následek rozpad »reakčního materiálu«, tj. zmenšení jeho množství (chemické složení plazmy zůstává jinak nedotčeno). V refrakterním stadiu dochází k obnově tohoto materiálu na základě katalytického aktivování kyslíku, k tzv. »sestrojování výkonného potenciálu«. »Nervový element uvedený jednou do vzruchu podržuje svou vibraci, svůj molekulární pohyb,« což je právě základem pamětní stopy.

Forsterovy názory jsou některými aspekty blízké názorům A. A. Uchomského, podle něhož lze fyziologický korelát paměti spatřovat v existenci ohnisek zvýšené vzrušivosti, ve vytváření diferencovaného reliéfu ohnisek odlišné úrovně vzrušivosti (různá úroveň energetického a funkčního potenciálu). Viz např. 40.

Dalším českým autorem, který se pokusil o vypracování teorie paměti, byl V. Laufberger. Ve shodě s A. Ebbeckem, který již v r. 1918 vyslovil předpoklad o tom, že podstatou paměti je přeměna okamžitých vzruchů ve vzruchy trvalé (7), se Laufberger domnívá, že podstatou paměti jsou krouživé vzruchy, cirkulující po uzavřených okruzích nervových vláken a buněk (autokatalytická aktivace neuronů uzavřeného okruhu; 23). Paměť charakterizuje jako schopnost, která má dvě vlastnosti, a to: uchovávat zkušenosti (»kartotéka«) a okamžitě vyhledávat potřebné zkušenosti (»rejstřík«). »Pro uchování a vyhledávání je třeba ústrojů. Uzavřené okruhy jsou stavebním materiálem pro uchování vzruchů. Pro vyhledávání vzruchů je třeba ústrojí jiných, ale je nutno, aby obojí tvořilo jednotný, úzce spojený celek« (23, str. 115).

Příbuzné ideje nacházíme i u zastánců tzv. perseverační teorie paměti, např. u W. R. Russela (37), podle jehož názoru lze podstatu pamětních stop spatřovat v trvalé aktivitě neuronových okruhů (aktivace pamětních stop je pak modifikací kontinuálně činného systému neuronů).

Rovněž I. A. Poleta je v předpokládá, že »nervové obvody s kladnou zpětnou vazbou, které udržují vzruch tím, že jej cyklicky předávají samy sobě, jsou jedním ze základních stavebních prvků paměti« (33, str. 180).

Originální názor na fyziologický mechanismus paměti vyslovil ve své útlumové teorii paměti J. Hrbek. Podstatu paměťového engramu spatřuje v amplitudové eventuálně intenzitní modulaci útlumového děje, vznikajícího jakožto následná inverze proběhlého děje podráždění nebo vzruchu. Dlouhodobý paměťový záznam lokalizuje do buněčného těla (plasma i jádro) neuronů integrátorů (tj. endoceptivních analyzátorů), zatímco krátkodobou operační paměť (refrakterní fáze cyklu dráždivosti) chápe jakožto vlastnost exoceptivních analyzátorů a neuroefektorů. Podle názoru J. Hrbka se izochronie dvou signálů zaznamenává jako izobatye v hloubkových vrstevnicích útlumového procesu, probíhajících

dynamicky v exponenciálním cyklu od nehlubší úchyly zpět ke klidové úrovni (tak je v neuronu vytvořen jakýsi metabolický chronograf); prostorová lokalizace dvou signálů je zaznamenávána v různých místech vstupních synapsí, zejména axodendritických (různé koincidenční vstupy tvoří různé prostorové souřadnice). Viz 16, 17. Neurony s funkcí integrátorů, vybavené setrvalou pamětí (vedle neuronů s funkcí pouhých převodníků), rozlišuje J. Hrbek podle zvláštností jejich »pamětního zařízení«, a to: neurony s převodovými synapsemi bez trvalejší paměti; neurony s převodovými synapsemi s jednotnou pamětí určující výstupní signál; neurony s invertujícími synapsemi (vstupní paměť) a integrující pamětí určující výstup (pravděpodobně nejčastější typ neuronální funkce); neurony s invertujícími synapsemi, samostatnou vstupní pamětí a samostatnou integrační (výstupní) pamětí. Viz 18.

Byla rozpracována řada dalších teorií paměti, jako např. W. Köhlerova teorie »fyzilogických tvarů« (20), P. M. Milnerova teorie »synaptických ventilů« (27), W. Penfieldova »integrační« teorie (32) aj.; jejich výčet a charakteristika však zdaleka přesahují možnosti našeho stručného sdělení.

Společným rysem všech dosud uvedených teorií paměti je předpoklad, že k vytváření mnemotického engramu dochází (ať již na základě funkčních, či strukturálních změn) v nervových buňkách mozkové hmoty.

Naproti tomu R. Galambos ve své glio-neutrální teorii předpokládá, že tyto změny se realizují v gliálních buňkách mozku (12). Ve shodě s Nansenovými názory (1886), že gliální buňky mozku jsou »nosieli rozumu«, se domnívá, že proces vytváření pamětních engramů je výsledkem součinnosti glií a neuronů, při čemž glia organizují, programují činnost neuronů, že neurony vykonávají svou činnost podle »instrukcí«, které jim udělují glia. Činnost mozku chápe jako výsledek součinnosti glií a neuronů; rozhodující úlohu v mechanismech vrozeného a získaného chování pak přisuzuje gliím, jejichž počet v mozkové hmotě mnohonásobně převyšuje počet neuronů. Mozek bez glií by podle Galambosa bylo možno přirovnat ke gigantickému číslicovému počítači pracujícím bez programu, naslepo.

Zvláštní pozornost poutají v současné době především ty teorie, které materiální substrát pamětních stop spatřují v určitých změnách specifických molekulárních struktur nervových buněk. S touto myšlenkou se v embryonální podobě setkáváme již koncem minulého století u T. Lippse (24). V roce 1939 vyslovil H. Rohrer hypotézu o tom, že ke vzniku mnemotické stopy může dojít pouze následkem změn nejjemnějších struktur ve zvláštních, specifických gangliových buňkách (Gedächtniszellen), a to vlivem působení elektrických komponent vzruchů na tyto struktury, přičemž specifické konstelace vzruchů vyvolávají svým elektrickým účinkem specifické strukturální změny. »Specifické konstelace vzruchů,« píše Rohrer, »způsobují svými elektrickými účinky v určitých gangliových buňkách specifické strukturální změny; proto mohou tyto gangliové buňky později produkovat pouze takové vzruchy, které náležejí k této konstelaci« (34, str. 61). Viz též 36; 35 (str. 134 a n.).

K podrobnějšímu rozpracování molekulární teorie paměti však došlo až v posledních letech, když biochemie a molekulární genetika dospěly

k názoru, že kód dědičné informace je »zapsán« a uchováván ve zvláště-
nostech organizace makromolekulárních nukleových kyselin (DNK)
buněčného jádra (viz např. 6).

Na základě zjištění, že u osob ve věku od 3 do 40 let stoupá v míšních
motorických buňkách obsah ribonukleové kyseliny (RNK), do 60 let
pak zůstává víceméně konstantní a ve starším věku opět klesá, že při
podráždění smyslových orgánů stoupá v gangliových buňkách obsah
RNK, zatímco po přerušení senzorických drah obsah RNK v příslušných
korových oblastech klesá atd., dospěl švédský chemik H. Hyden
k názoru, že o ribonukleové kyselině lze uvažovat jako o »paměťové
molekule«. Shodný názor zastává např. i F. Morrell (28) aj. Podle
Hydenovy hypotézy probíhá proces vytváření mnemotického engramu ve
čtyřech fázích. V první fázi mění elektrický impuls iontovou rovnováhu
v cytoplasmě nervové buňky tak, že dochází ke změně vzájemného
uspořádání nukleotidů v RNK; tím dochází i ke změně proteosyntézy.
Ve druhé fázi dochází k vytvoření bílkoviny určitého specifického uspo-
řádání, odpovídající modifikované molekule RNK. Při nervové impul-
zaci podobné frekvence a charakteru dochází k disociaci této frekvenčně
specifikované bílkoviny (třetí fáze), čímž se uvolňují určité látky
(mediátory), usnadňující transmissi vzruchů přes synapse. Pamětní stopa
je tak »fixována« v určitém systému neuronů, čímž je zabezpečena vy-
soká spolehlivost jejího uchování. Viz 19, 39.

To, že pamětní stopa není funkcí jednoho, ale jistého systému neuronů,
je dnes názorem všeobecně uznávaným. I. A. Poletajev k této
otázce praví: »Je-li hypotéza o vnitrobuněčné molekulární paměti správná,
je nutno připustit, že molekulární kvantově mechanické pochody
mají vliv na činnost celých organických struktur a dokonce na činnost
celého makroskopického organismu. Vzniká tedy výměna informací
mezi kvantově mechanickými molekulárními strukturami a makrosko-
pickými strukturami a jejich vzájemné řízení (ukládání i vybavování
informací)« (33, str. 340).

O jiný výklad molekulárních základů paměti se pokusil Scillard
(jak o tom referuje A. N. L. u k, 25), který tvorbu pamětních engramů
spojuje s dynamickým chováním tzv. parakonstitutivních systémů, tvo-
řených třemi komponentami, a to fermenty, fermentotvorným aparátem
a inhibitory (jediný neuron může obsahovat cca 10^5 těchto systémů,
z nichž každý se může nacházet v jednom ze dvou stabilních stavů:
analogie binárního kódu).

I když jsme ponechali bez povšimnutí některé ryze spekulativní úvahy
(např. H. Försterovu hypotézu o tzv. mnemech, vytvářejících se
impregnací elementárních obsahů vědomí, 11), zdaleka jsme neuvedli
přehled všech teorií a hypotéz o mechanismech vytváření pamětních
engramů. Naším úmyslem bylo spíše jen ilustrovat značnou nejednotnost
názorů starších i současných autorů na danou problematiku.

Experimentální výzkum daného problému, probí-
hající jak se značnou intenzitou, tak i extenzitou,
však dosud nepřinesl žádné údaje, které by s do-
statečnou signifikantností potvrdily oprávněnost
té či oné teorie či hypotézy. Je proto nutno kon-

statovat, že mechanismus vytváření pamětních engramů se až dosud nepodařilo odhalit.

Přes značné úsilí se dodnes rovněž nepodařilo objasnit otázku lokalizace pamětních engramů. Starší představy o existenci speciálních asociačních center (předpokládaných např. Flechsigem) byly zcela jednoznačně vyvráceny, bylo prokázáno, že pamětní stopy lze vytvářet i u dekontrovaných objektů, tj. na podkorové úrovni (43 aj.), prostě v posledních letech bylo získáno obrovské množství důležitých experimentálních poznatků (jejich přehled viz např. in 4, 41), avšak, jak přiznává K. S. Lashley ke sklonku svého celoživotního úsilí, »pokusy daly hodně informací o tom, co není pamětní stopa a kde není lokalizována. Nepřinesly však nic, co by odhalovalo skutečnou povahu engramu« (42).

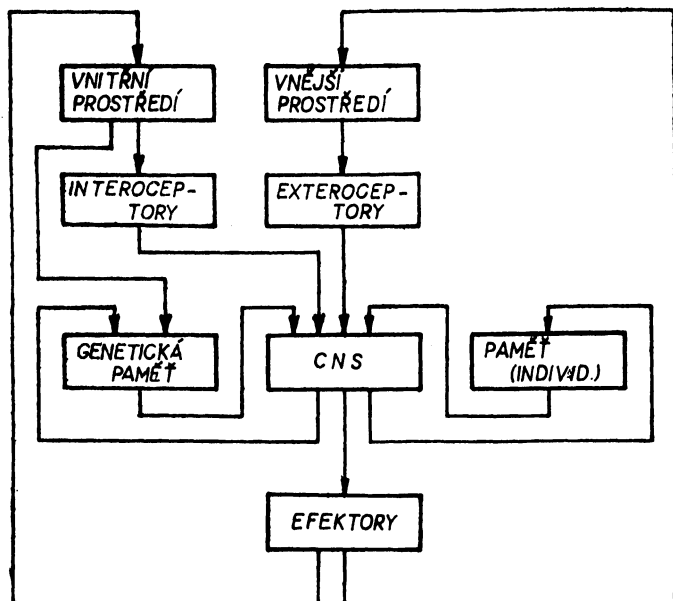
Za situace, kdy dosud není možno opírat se o experimentálně dostatečně ověřenou teorii mechanismu vytváření pamětních engramů a jejich lokalizace,³⁾ pokládají mnozí psychologové (ale i fyziologové, např. M. A. B. Brazier, 3) za užitečnější chápat a studovat proces vytváření pamětních engramů funkcionálně jako proces uchovávání, ukládání informací a otázku jejich materiálního substrátu ponechat prozatím stranou. Takový přístup koresponduje s neustále slícím trendem přistupovat ke studiu psychických procesů jako ke studiu organizace informačních procesů probíhajících v lidském mozku, ke studiu vytváření programů činnosti a chování (viz např. 13, 21 aj.).

Z tohoto hlediska (ponecháme-li stranou otázky mechanismu vytváření a lokalizace pamětních engramů), můžeme proces vytváření pamětních stop charakterizovat jakožto proces převodu nervových frekvenčně impulsních (časově uspořádaných) kódů informace v synchronně strukturní kódy informace, pamětní stopu pak jakožto zápis tohoto strukturně synchronního kódu, umožňující přenos informace v čase, a tím i opětné využití této informace k řízení neuropsychické činnosti a chování (předpokladem je zde možnost zpětného převodu synchronně strukturního kódu na nervový frekvenčně impulsní kód informace).

Přihlédneme-li k výsledkům dosavadních experimentálních výzkumů paměti, je zřejmé, že paměť nelze chápat zjednodušeně jen jakožto nějaký kvantitativně se rozšiřující, stratifikovaný, časově organizovaný sumativní systém pamětních stop, ale jako syntagmaticky strukturalizovanou, hierarchicky uspořádanou, relativně uzavřenou informační soustavu pamětních stop. Vytvářením nových pamětních stop se mění nejen univerzum této soustavy, ale i architektonika její struktury, tj. mění se jak její kvantitativní (množství uchované informace), tak i kvalitativní vlastnosti (vzájemná vazba informací, stupeň jejich syntagmatické dominance atp.). Každá nová pamětní stopa se tudíž nejen fixuje, ale současně i zařazuje do dosavadní soustavy pamětních stop, čímž se tato soustava neustále narušuje a znovu uzavírá, mění se její strukturální i funkční vlastnosti.

³⁾ Pluralismus názorů na dané problémy se v plné šíři odráží např. i v referátech na XVIII. mezinárodním psychologickém kongresu v Moskvě (viz např. 41).

Tím, že paměť vstupuje do systému těch podmínek, na jejichž základě dochází k modifikaci dosavadních či formování nových programů neuropsychické činnosti a chování (viz obr.), je nutno paměť chápat nejen jako produkt, ale i jako důležitého determinujícího činitele psychické ontogeneze.



LITERATURA

1. Bok S. T.: *Die Entwicklung der Hirnnerven und ihrer zentralen Bahnen. Die stimulo-gene Fibrillation.* Folia neuro-biol., 9, 1915.
2. Bok S. T.: *The development of reflex tracts.* Psychiatr. Neurol. Bl. Amst., 21, 1917.
3. Brazier M. A. B.: *Colloquium on the EEG of higher nervous activity.* EEG Clin. Neurophysiol., 1960.
4. Burešová O., Bureš J.: *Fyziologie paměti.* Activitas nervosa superior, 2, 3, 1960.
5. Descartes R.: *Traité de l'Homme.* 1662.
6. Dubinin N. P.: *Molekuljarnaja genetika i dejstvije tžlučenij na nasledstven-nost.* Gosatomizdat, Moskva 1963.
7. Ebbecke A.: *Die kortikalen Erregun-gen.* 1919.
8. Ebbinghaus H.: *Grundzüge der Psy-chologie.* 2. sv., 3. vyd. 1911—13.
9. Eccles J. C.: *The nature of synaptic transmission in a symphatetic gan-glion.* Journ. Physiol., 103, 1944.
10. Forster V.: *Energetické vlastnosti ner-vového dění a dynamika reflexů hyb-ných a logických.* Praha 1921.
11. Förster H.: *Das Gedächtnis.* Wien 1948.
12. Galambos R.: *Glio-neural theory of brain function.* Proceedings of the National Academy of Science of the USA, Vol. 47, No 1.
13. Gullford I. P., Merrefield P. R.: *The*

- structure of intellectual models. Univ. S. California, April 1960.
14. Hebb D. O.: *The organisation of behavior. A neurophysiological theory.* Wiley, New York 1949.
 15. Hebb D. O.: *A textbook of psychology.* W. B. Saunders Co., Philadelphia, London 1958.
 16. Hrbek J.: *Útlumová teorie paměti.* Sb. Vyšší nervové činnosti V., Acta Univ. Olomouc-Medica 31, 1962.
 17. Hrbek J.: *Neurokybernetika jako věda o obecných principech zobrazovací, integrační a řídicí činnosti nervové soustavy.* Sb. Kybernetika a její využití. Nakl. ČSAV, Praha 1965.
 18. Hrbek J.: *Neurokybernetika a matematická logika.* Sb. Kybernetika a její využití. Nakl. ČSAV, Praha 1965.
 19. Hyden H.: *Satellite cells in the nervous system.* Scientific American, Vol. 205, No 6, 1960.
 20. Köhler W.: *Dynamics in psychology.* Liveright, New York 1940.
 21. Kolmogorov A. N.: *Žizň i myšlenje s točki zrenija kibernetiki.* Izd. AN SSSR, Moskva 1962.
 22. Krjukov B. I., Makarov P. O.: *O probleme dvojnoj signalizacii v voprosach modelirovanija nervnoj dejatel'nosti.* Sb. Primenenije matematičeskich metodov v biologii, II., Izd. leningr. univ., Leningrad 1963.
 23. Laufberger V.: *Vzruchová teorie.* Nakl. SČL, Praha 1947.
 24. Lipps T.: *Grundthatsachen des Seelenlebens.* Cohen u. S., Bonn 1883.
 25. Luk A. N.: *Pamjať i kibernetika.* AN SSSR, Izd. Nauka, Moskva 1966.
 26. Majorov F. P.: *Istoriija učenija ob uslovnyh refleksach.* Izd. AN SSSR, Moskva-Leningrad 1954.
 27. Milner P. M.: *Learning in nervous systems.* In: Self-organising systems. Ed. M. C. Yovits a. S. Cameron. Pergamon Press, Oxford, London, N. Y., Paris 1960.
 28. Morrell F.: *CIOMS Conference on brain mechanism and learning.* Uruguay, Montevideo 1959.
 29. Munn N. L.: *Handbook of psychological research on the rat.* Boston 1950.
 30. Pavlov I. P.: *Lekcii o rabote bolšich polušarij golov'nogo mozga.* Izd. AN SSSR, Moskva 1949.
 31. Pavlov I. P.: *Dvadcatiletnij opyt objektivnogo izučeniija vyššej nervnoj dejatel'nosti (povedenija) životnyh.* Medgiz, Moskva 1951.
 32. Penfield W.: *The role of the temporal cortex in recall of past experience and interpretation of the present.* Neurological basis of behaviour. London 1958.
 33. Poletaev I. A.: *Kybernetika.* SNTL, Praha 1961.
 34. Rohrer H.: *Die Vorgänge im Gehirn und das geistige Leben.* München 1939.
 35. Rohrer H.: *Gedächtnis und Lernen.* In: Lehrbuch der experimentellen Psychologie. Verl. H. Huber, Bern, Stuttgart 1963.
 36. Rohrer H.: *Gedächtnis-Zellen und Gedächtnis-Stoffe.* Medizin heute, Die akt. med. Ztschr., XIII., 6, 1964.
 37. Russel W. R.: *Proc. roy. Soc., Med.* 51: 1—15, 1958.
 38. Semon R.: *Bewusstseinsvorgang und Gehirnprocess,* Weisbaden 1920.
 39. Schmitt F. O.: *Macromolecular specificity.* In: Biological Memory. Cambridge, Mass, 1962.
 40. Uchtomskij A. A.: *Princip dominanty.* In: Sečenov—Pavlov—Vvedenskij: Fiziologija nervnoj sistemy. III., 1, Moskva 1952.
 41. Zinčenko P. I., Bočarova S. P., Nebelskij P. B.: *Voprosy pamjati.* Voprosy psihologii, 2, 1967.
 42. *Symposium of the Society for experimental biology.* Cambridge Univ. Press, 1950.
 43. IX. sjezd vsesojuznogo obščestva fiziol., biochim. i farmakol. Moskva-Minsk 1959.

МИРОСЛАВ МИХАЛИЧКА ТЕОРИЯ ПАМЯТИ

В своем сообщении автор приводит сжатый обзор характеристик различных теорий памяти и приходит к выводу, что исследование механизма образования следов в памяти (энграмм) не дало до настоящего времени результатов, которые достаточно убедительно подтвердили бы обоснованность той или иной теории или гипотезы.

Процесс образования следов в памяти автор характеризует как процесс перехода нервных частотно-импульсивных (в последовательности по времени) кодов информации в структурально-синхронные коды информации. След в памяти автор характеризует, как запись этого структурально-синхронного кода, позволяющую передавать информацию во времени и вследствие этого использовать повторно упомянутую информацию для управления нейропсихической деятельностью и поведением.

Автор воспринимает память, как синтагма-

тически структурированную, иерархически устроенную и относительно замкнутую информационную систему следов в памяти. Образование новых следов в памяти меняет весь облик этой системы и архитектуру ее структуры, изменяются ее качественные и количественные свойства. Каждый новый след не только фиксируется в памяти, но одновременно с этим включается в существующую уже систему следов в памяти, что постоянно нарушает систему и снова ее замыкает, причем меняются ее структуральные и функциональные свойства.

Поскольку память включается в систему условий, на основании которых происходит изменение существующих или формирование новых программ нейропсихической деятельности и поведения (см. рис.), ее следует понимать не только как продукт, но и как важный предопределяющий фактор психического онтогенеза.

MIROSLAV MICHALIČKA THEORY OF MEMORY

After characterizing briefly different theories of memory the author comes to the conclusion that the research into the mechanism of the formation of memory traces (engrams) so far has not brought such data as would confirm significantly enough the justification of one theory or another or of one hypothesis or another.

The process of formation of memory traces is characterized by the author as a process of the conversion of nervous frequency impulsive (time-arranged, sequential) codes of information into structurally synchronous codes of information. The memory trace is characterized as a recording of this structurally synchronous code enabling the information to be transferred in time and thereby enabling this information to be used again for the direction of neuro-psychic activities and behaviour.

Memory is described as being syntag-

matically structuralized, hierarchically arranged, relatively closed informatory system of memory traces. By the formation of new memory traces both the universality of this system and the architectonics of its structure are changed, and so are its quantitative as well as qualitative properties. Each new memory trace not only fixes itself, but simultaneously also fits itself into the existing system, whereby this system is being constantly interfered with and re-closed, its structural and functional properties are being changed.

Memory enters into a system of those conditions on whose basis the existing programmes of neuro-psychic activities and behaviour are modified and new ones formed (see picture), and this makes it necessary for us to conceive memory not only as a product, but also as an important determining factor of psychic ontogenesis.