

Ideen des exakten Wissens

Wissenschaft und Technik in der Sowjetunion

Autorensonderdruck

Herausgegeben in Verbindung mit der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

| | | |
|-----|--|--|
| 71 | Wassilij Wersilow | Wuchsstoffbehandlung verpflanzter Bäume |
| 77 | Georgi Ostrowerchow | Neue Behandlungsmethode für die kranke Leber |
| 85 | Lew Bernstein | Gezeitenkraftwerke |
| 89 | Wladimir Sintschenko Galina Wutschetitsch | Informationsspuren im Kurzzeitgedächtnis |
| 101 | Jefim Kleiner | Das Kohlenbergwerk der Zukunft |
| 111 | Juri Owtschinnikow Alexander Chochlow | Biochemische Regulatoren (II) |
| 117 | Juri Orlow | Gehirne fossiler Wirbeltiere |
| | | Zeitschriftenschau, Aktuelle Informationen, Bücher |

dva

In Zusammenarbeit mit der Presseagentur Nowosti (APN)
Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart

Februar

2 | 70

Vorschau

3|70

Jewgeni
Tschasow

Therapie des Herzinfarkts

Leontij
Miroschnitschenko

Sonneneruption und kosmische Strahlung

Fjodor Pojomni
Ludmilla Losowetskaja

Dieradiologische Untersuchung

Andronik
Petrosjanz

Probleme der Atomenergetik

Wladimir
Pawlow

Dispersionsrelationen

Viktor
Kasmin

Ernte vom Meeresgrund

Georgi
Woitkewitsch

Die Entstehung und die Entwicklung der Erde

Zeitschriftenschau, Aktuelle Informationen, Bücher

Ideen des exakten Wissens

Wissenschaft und Technik in der Sowjetunion

Herausgegeben in Verbindung mit der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau

Herausgeber-Kollegium:

Nikolai Semjonow Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Direktor des Instituts für Chemische Physik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der Presseagentur Nowosti (APN), Nobelpreis für die Erforschung des Mechanismus chemischer Reaktionen;

Bruno Pontecorvo Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Fachgebiet: Physik der Elementarteilchen und Kernphysik;

Wassili Parin Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Direktor des Instituts für medizinische und biologische Probleme des Ministeriums für Gesundheitsschutz, Fachgebiet: Kosmische Biologie und Biokybernetik;

Nikolai Melnikow Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Vorsitzender des Rates für technisch-physikalische Probleme der Erschließung von Bodenschätzen;

Wladimir Timakow Präsident der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der UdSSR;

Vitali Goldanski korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, leitender Mitarbeiter des Instituts für Chemische Physik, Fachgebiet: Kernchemie;

Boris Kusnezow Vorsitzender des Internationalen Einstein-Komitees, stellvertretender Vorsitzender des Einstein-Komitees der Akademie der Wissenschaften der UdSSR;

Fjodor Owtscharenko Mitglied der Akademie der Wissenschaften der Ukraine, Fachgebiet: Kolloidchemie;

Wassili Saitschikow Mitglied des Vorstandes der APN

Herausgegeben in der DVA – Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, in Zusammenarbeit mit der APN – Presseagentur Nowosti.

Sowjetische Redaktion: Sergei Iwanow

Deutsche Redaktion: BILD DER WISSENSCHAFT – Helmut Roske

Gestaltung: E. Ernst Schemmann

Verlag: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 7 Stuttgart 1, Neckarstraße 121–125, Postfach 209. Fernsprecher: (0711) 299861. Fernschreiber: 07–22503. Telegramme: Deva Stuttgart. Postscheckkonto: Stuttgart 97077. Bankkonto: Städtische Girokasse, Stuttgart, 2501600. Gesamtherstellung: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH. Erscheinungsweise: monatlich. Abonnementspreis: pro Heft DM 8,-, für Studenten, Schüler und Bezieher von „Bild der Wissenschaft“ DM 6,- (zuzüglich Versandkosten), Einzelpreis DM 10,-. Alle Preise verstehen sich einschließlich 5,5 Prozent Mehrwertsteuer. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung, der Verlag und jedes Postamt entgegen. Abonnementskündigungen müssen vier Wochen vor Quartalsende in schriftlicher Form vorliegen.

© by Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart, 1970.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Bei höherer Gewalt besteht keine Lieferpflicht.

Informationsspuren im Kurzzeitgedächtnis

Die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen im menschlichen Gehirn gehört zu den besonders aktuellen und interessanten Forschungsobjekten. Hier offenbaren sich jedoch recht komplizierte Zusammenhänge, die von der eigentlichen Wahrnehmung eines Sachverhalts zu einer Zwischenspeicherung im Kurzzeitgedächtnis und erst dann zur selektiven Weiterverarbeitung und Weiterleitung in das Langzeitgedächtnis führen.

Wladimir Sintschenko
Galina Wutschetitsch

Die Untersuchung der optischen Wahrnehmungsprozesse liefert zugleich einen wichtigen Schlüssel für die Erkundung der Gedächtnisfunktionen des Menschen und der Arbeitsweise seines Kurzzeitgedächtnisses. Spiegelt sich doch das Bekanntmachen mit einer Situation und das Auffinden der Information in den Augenbewegungen wider, die mit visuellen Fixierungen abwechseln. Die Dauer der Fixierungen hängt von der Schwierigkeit der perzeptiven Aufgabe ab und schwankt in der Regel zwischen 150 und 600 ms, während längerdauernde Fixierungen nur selten beobachtet werden können. Offensichtlich wird die auf solche Weise gewonnene Information fixiert und dann kontinuierlich verarbeitet. Der ganze Prozeß vollzieht sich aber in verschiedenen Stufen, die aus der eigentlichen Wahrnehmung und der primären Speicherung im Kurzzeitgedächtnis, aus dem Abklingen des Kurzzeitgedächtnisses und der Codierung und Überleitung der Information in das Langzeitgedächtnis bestehen und als letztes auch die Gegenreaktion umfassen.

Arbeitet eine Testperson unter natürlichen Bedingungen, wiederholt sich dieser ganze Zyklus stets von neuem, wenngleich es möglich ist, daß einzelne Zwischenstufen ausfallen. Zum Beispiel braucht nicht die ganze Information, die in das Kurzzeitgedächtnis gelangt, umcodiert zu werden; oder die Gegenreaktion muß nicht nach jedem Zyklus, sondern erst nach einer Zyklusreihe erfolgen usw. Die einzelnen Stufen dieses Prozesses sind unterschiedlich erforscht.

Große Aufmerksamkeit wurde der ersten Stufe, also der Wahrnehmung und primären Speicherung im Kurzzeitgedächtnis gewidmet. Es zeigte sich hierbei, daß das Volumen des kurzzeitigen visuellen Gedächtnisses in vielem von den Bedingungen des Testmaterials und Testverfahrens abhängen. Als die Methode der teilweisen Rekonstruktion in das klassische Schema des taxistoskopischen Experiments eingeführt wurde (*J. Sperling*, 1963; *G. Wutschetitsch* u. a., 1969), ergaben sich starke Veränderungen der taxistoskopischen Ergebnisse in Richtung einer Erhöhung der Menge an rekonstruierten Einheiten. Ein noch größeres kurzzeitiges Gedächtnis ermittelte man, als die Methode der teilweisen Rekonstruktion mit der Methode der Grenzswellenanhäufung der Reizenergie (*N. Wergiles* und *W. Sintschenko*, 1967) kombinierte. Untersuchungen, die nach dem Verfahren der teilweisen Rekonstruktion durchgeführt wurden, ergaben, daß die ganze, dem Beobachter vorgeführte Information im primären Kurzzeitgedächtnis nicht länger als 1 s gespeichert wird und die Spur danach abklingt. Das schnelle Abklingen der Spur führt dazu, daß nur ein Teil der zu ihm gelangenden Information weiterverarbeitet wird und zu einer längerdauernden Speicherung gelangt. Es ist zu bemerken, daß das schnelle Abklingen der Spur eine wichtige Eigenschaft des visuellen Systems ist, da die Zeit von einer Sekunde offensichtlich ausreicht, um das brauchbare an Information zu extrahieren, das bei jedem Schritt der Informationssuche gewonnen wird.

Betrachten wir die zur Verfügung stehenden Angaben über die anderen Etappen der kontinuierlichen Informationsverarbeitung durch den Beobachter. Wir haben dabei den Prozeß als Ganzes im Auge.

Eine wichtige Charakteristik des Wahrnehmungsprozesses ist die Größe des minimalen Zwischenreizintervalls (ZRI) zwischen zwei an ein und demselben Ort nacheinander dargestellten Reizen. Nach den Angaben einer Reihe von Autoren (*J. Sperling*, 1967; *D. Rumjanzew*, *G. Wutschetitsch* und *N. Wergiles*, 1968; *M. S. Mayzner*, *M. E. Tresselt* u. a., 1969) wird die untere Grenze des ZRI mit 50–100 ms geschätzt. Unter diesen Bedingungen nähert sich die Menge der richtigen Antworten 100%. Die Darstellungsdauer der Reize war in diesen Versuchen natürlich begrenzt. In den Arbeiten von *Mayzner* und *Tresselt* zum Beispiel dauerte die Darstellung des ersten und des zweiten Reizes 10 ms, das ZRI jedoch wurde zwischen 10 und 100 ms variiert. Diese Angaben zeugen davon, daß für ein sicheres Wahrnehmen und Erkennen der Reize das ZRI größer als 50 ms sein muß. Im anderen Falle ergibt sich zwischen den Reizen eine bedeutende Interferenz. Es gibt Grund zu der Annahme, daß bei einem ZRI von weniger als 50 ms die Ursache der Interferenz in der Peripherie des visuellen Systems liegt (*W. Sintschenko* und *N. Wergiles*, 1969). Eine tiefergehende Klärung dieser Frage übersteigt jedoch die Grenzen des vorliegenden Artikels. Auf jeden Fall ist als sicher anzusehen, daß bei einem ZRI von mehr als 50 ms und beim Vorhandensein von lediglich zwei Reizen die Interferenz sowohl peripherer als auch zentraler Herkunft zwischen diesen Reizen gering ist.

Was geht nun vor, wenn die Zahl der Reize, die aufeinanderfolgend an ein und derselben Stelle dargestellt werden, größer als zwei ist? Offensichtlich gibt es keine Ursache, eine Interferenz peripherer Herkunft anzunehmen, wenn die Zahl der Reize, die aufeinanderfolgend an ein und derselben Stelle dargestellt werden, größer als zwei ist? Offensichtlich gibt es keine Ursache, eine Interferenz peripherer Herkunft anzunehmen, wenn die Zahl der Reize vergrößert und ein ZRI von mehr als 50 ms beibehalten wird. Besteht die Möglichkeit einer Interferenz zentraler Herkunft?

In den Arbeiten *H. Schlosbergs* (1965), *M. S. Mayzners*, *M. E. Tresselts* u. a. (1969) sind Angaben vorhanden, die eine Antwort auf diese Frage gestatten. *Schlosberg* verwandte ein dreikanaliges Taxistoskop, mit dessen Hilfe er den Testpersonen drei Reize an ein und derselben Stelle darbot. Ein wichtiges Detail der *Schlosbergschen* Methodik, das auch in den darauffolgenden Untersuchungen berücksichtigt wurde, war die Verwendung von Reizen gleicher Schärfe. Dadurch konnte der Effekt einer Hintergrundmaskierung des einen Reizes durch den anderen vermieden werden (*Raab*, 1963). *Mayzner*, *Tresselt* und andere erweiterten die *Schlosbergsche* Methodik, indem sie als Dar-

stellungsmittel eine *Braunsche* Röhre und als Informationsgeber einen Elektronenrechner verwandten.

Verbleiben wir bei den von den zuletzt genannten Autoren gewonnenen Ergebnissen, welche die Angaben *Schlosbergs* bestätigen: Den Testpersonen wurden an ein und derselben Stelle 2, 3 oder 4 Wörter aus 5 Buchstaben vorgezeigt. Die Vorzeigedauer jedes Wortes betrug 10 ms. Es wurden verschiedene ZRI von 100, 150, 200, 250 und 300 ms Dauer benutzt. Die Zahl der Reize wurde von den Autoren mit Absicht begrenzt, da nach den allgemeinen üblichen Schätzungen vier die Größe ist, welche die untere Grenze des Gedächtnisvolumens um ein Wort unterschreitet. Den Testpersonen wurden Wortreihen vorgezeigt, die sie gleich anschließend zu rekonstruieren hatten.

Eine fast vollständige Reproduktion von zwei Wörtern ergab sich bei einem ZRI von 100 ms, von drei Wörtern bei einem ZRI von 200 ms, von vier Wörtern bei einem ZRI von 300 ms. Das grundlegende, von den Autoren gewonnene Ergebnis besteht darin, daß bei jedem zusätzlich dargestellten Wort (nach zwei Wörtern) 100 ms hinzuzufügen sind, um eine vollständige Reproduktion zu erhalten. Auf der Basis dieser Angaben schließen die Autoren darauf, daß die Dauer der „zentralen Konsolidierung“ je Spur von einem Reiz etwa 100 ms beträgt. Die Dauer der zentralen Konsolidierung ist die Zeit, die notwendig ist, damit die Spurinformatio n in das entsprechende Glied der Zentralspeicherung gelangt und die aufeinanderfolgend dargestellten Wörter während der Spurbildung nicht interferieren. Es ist zu bemerken, daß die Dauer der zentralen Konsolidierung für zwei bis vier Wörter im Bereich von 200 bis 300 ms liegt und so etwa der mittleren Dauer visueller Fixierungen beim Lesen leichter Prosa entspricht. Das zeugt davon, daß es den Autoren gelungen ist, unter Laborbedingungen den natürlichen Vorgang der kontinuierlichen Informationsumarbeitung zu imitieren und wichtige Charakteristiken dieses Prozesses zu finden. Dabei sollte man jedoch nicht vergessen, daß das Auge eines erfahrenen Lesers sich nicht bei jedem Wort aufhält. Wir können leicht einen gelesenen und begriffenen Satz aus 7–8 Worten reproduzieren, von denen wir nicht mehr als 3–4 fixiert haben. Offensichtlich ist es den Autoren trotz ihrer Bemühungen nicht völlig gelungen, Bedingungen für eine maximal erleichterte Tätigkeit des Gedächtnisses zu schaffen. Auf alle Fälle kann sich die Dauer der zentralen Konsolidierung von Spuren, die von *Schlosberg*, *Mayzner*, *Tresselt* und anderen in Aufgaben bezüglich des Merkens von aufeinanderfolgend dargestellten Wörtern erhalten wurden, bei der Ausführung anderer Aufgaben unterscheiden.

Um diese Frage zu klären, muß man sich von Aufgaben lossagen, in denen die ganze dargestellte Folge beibehalten werden soll. Der erste Schritt in dieser Richtung wurde von *J. Sperling* getan, der die oben erwähnte Methode der teil-

weisen Reproduktion vorgeschlagen hatte. Seine Untersuchungen zeigten, daß im Kurzzeitgedächtnis einige Umwandlungen möglich sind, die eine selektive Speicherung eines bestimmten Teils der dem Subjekt dargebotenen Information gewährleisten. Es wurden allerdings nur einige sehr einfache Umwandlungen untersucht. Die nach dem Reiz auftretende Instruktion zeigt lediglich die Stelle, an der sich die Information befindet, die zu speichern und zu reproduzieren ist.

Ist nun im Kurzzeitgedächtnis die Realisierung komplizierterer Informationsumwandlungen, die die Speicherung und kontinuierliche Umwandlung des ganzen dargestellten Materials erfordern, möglich? Mit anderen Worten, sind im kurzzeitigen Gedächtnis semantische Umwandlungen des dargestellten Materials möglich und wie ist deren Zeitkonstante?

Um die Möglichkeiten der kontinuierlichen Informationsbearbeitung zu klären, erwies sich die Modifikation der klassischen Methodik bei der Volumenmessung des unmittelbaren akustischen Gehörs (*Jacobs*, 1887), die von *H. Buschke* 1967 eingeführt wurde, als praktisch. *Buschke* forderte von den Testpersonen nicht die Reproduktion der ganzen dargestellten Reihe, sondern bat nur zu zeigen, welches Glied im dargestellten Reizsortiment fehlte. Das gesamte Sortiment war den Testpersonen vorher bekannt; seine einzelnen Elemente (zweistellige Zahlen) wurden in regelloser Folge dargestellt. Dieses methodische Verfahren vereinfacht die Untersuchung und verkürzt die Dauer der Gegenreaktion der Testperson bedeutend, erfordert aber gleichzeitig verhältnismäßig komplizierte Umwandlungen der dargestellten Information. Diese Umwandlungen sind bedeutend komplizierter als jene, die in der Methodik der teilweisen Reproduktion erforderlich sind, die Gegenreaktion aber ist einfacher. Nach der Methodik zur Bestimmung des fehlenden Gliedes hat die Testperson lediglich eine Ziffer zu nennen. Wenn sie die richtige nennt, bedeutet das, daß sie eine gewisse Zeit lang alle in regelloser Folge vorgezeigten Ziffern speichert, ordnet, abtastet, feststellt, welche nicht gezeigt wurde, und diese nennt. Die nun beschriebenen Experimente unterscheiden sich von denen *Buschkes* dadurch, daß die Reize visuell und bei bedeutend geringeren ZRI dargeboten wurden:

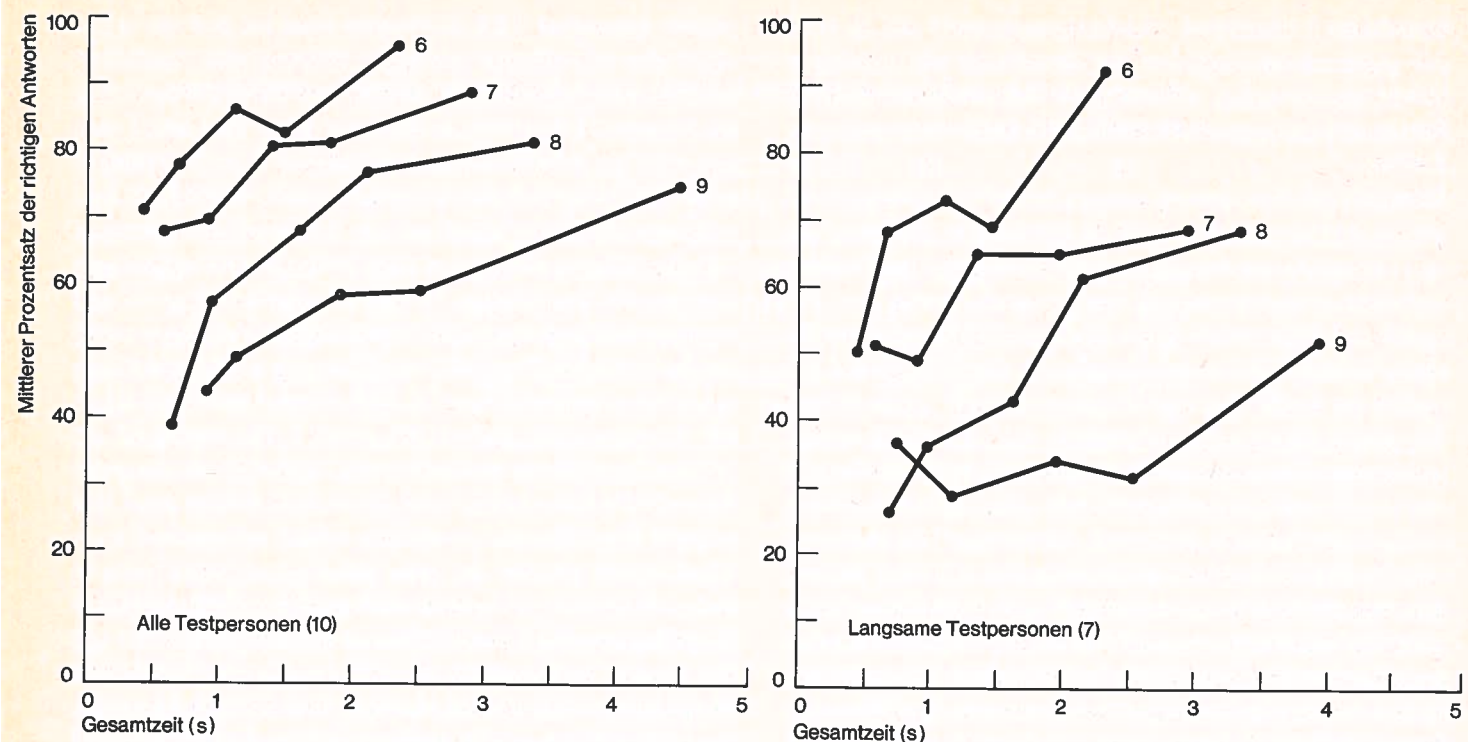
An den Versuchen nahmen 10 erwachsene Testpersonen im Alter von 20 bis 30 Jahren teil.

Die Reize wurden mit Hilfe von zwei digitalen Elektrolumineszenzindikatoren dargestellt. Als Informationsgeber diente ein universeller Elektronenrechner. Die Versuchseinrichtung, welche den Elektronenrechner und die digitalen Indikatoren einschloß, führte im Prinzip die Funktion eines mehrkanaligen Taxistoskops aus, das die Abbildungen an ein und dieselbe Stelle projiziert. Als Reize dienten zweistellige Zahlen von 00, 01 bis 20. Zur Versuchseinrichtung

gehörte das Pult der Testperson, auf dem Druckknöpfe mit den eingravierten Ziffern angebracht waren. Die Information gelangte vom Pult der Testperson zum Rechner. Dieser steuerte nach einem bestimmten Programm den Verlauf des Experiments, indem er die Darstellungsdauer, das ZRI und die Länge der dargebotenen Zahlenreihe vorgab. Er diente gleichzeitig zur Registrierung und Messung der Latenzzeit bei den Gegenreaktionen der Testperson. Der Rechner gab die Veränderlichen des Versuchs und die zu registrierenden Größen gedruckt aus.

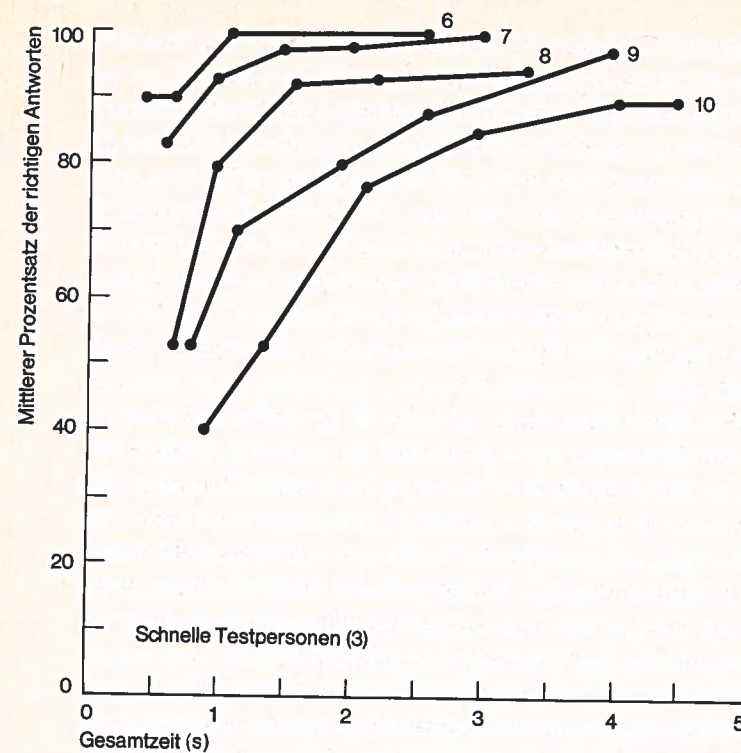
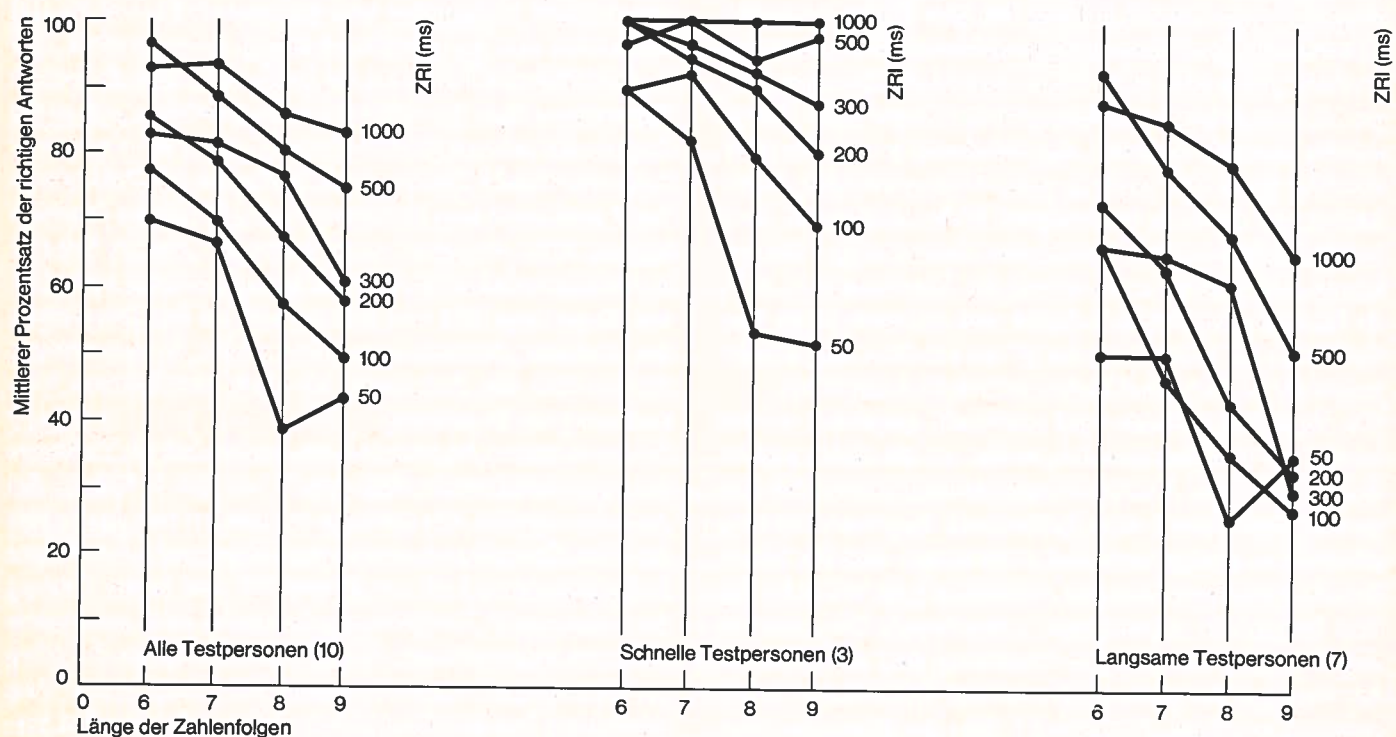
Im Versuchsverlauf wurden nun die zweistelligen Zahlen den Testpersonen aufeinanderfolgend an ein und derselben Stelle aufgezeigt. Die Darstellungsdauer jeder Zahl betrug 50 ms. Die Zahlen wurden in zufälliger Reihenfolge dargeboten. Veränderlich im Versuch waren die Länge der vorgeführten Zahlenreihe und das ZRI. In verschiedenen Versuchsvarianten wurden verschieden lange Zahlenreihen, wie von 00 bis 05, 00 bis 06 und so weiter bis 00 bis 20 verwandt. In diesem Artikel werden nur die Ergebnisse diskutiert, die bei einer Länge der Zahlenreihe von nicht mehr als 00 bis 09 gewonnen wurden. In verschiedenen Versuchsvarianten wurden ZRI von 50, 100, 200, 300, 500 und 1000 ms benutzt. Die Zahlenfolgen wurden in regelloser Ordnung dargeboten, dabei wurde ein Element der Reihe nicht dargestellt. Dieses Element wurde ebenfalls regellos ausgewählt. Bei einer Darstellungsdauer von 50 ms und einem ZRI von 50 ms wurde die ganze Folge, zum Beispiel 00–06 (bei einem fehlenden Glied) in 450 ms, die Folge 00–09 in 850 ms usw. dargeboten. Die Aufgabe der Testperson bestand darin, zu bestimmen, welche Zahl im vorgezeigten Sortiment ausgelassen worden war. Die Länge der Zahlenfolge war der Testperson vorher bekannt.

Der Versuch verlief folgendermaßen. Die Testperson befand sich in 1,5 Meter Entfernung vor den Anzeigegeräten. Zwei Sekunden vor dem Einschalten der Indikatoren leuchtete eine Vorwarnsignallampe auf. Danach wurde die Zahlenfolge einer bestimmten Länge und mit einem bestimmten ZRI dargestellt. Nachdem die Testperson das fehlende Glied bestimmt hatte, fixierte sie dieses, indem sie auf den entsprechenden Knopf des vor ihr befindlichen Steuerpults drückte. Die Antwort der Testperson gelangte zur Einschätzung und Registrierung in den Rechner. Danach wurde der Testperson im Abstand von 5 Sekunden (ebenfalls mit einem Vorwarnsignal) eine andere Variante derselben Folge mit demselben ZRI vorgeführt. Jeder Testperson wurde die Folge einer bestimmten Länge, zum Beispiel 00–06, mit einem bestimmten ZRI von 100 ms, 30mal vorgeführt. Alle Testpersonen arbeiteten mit allen Zahlenfolgen und allen Intervallen. Folglich wurde jeder Testperson jede Folge mit jedem Intervall 300mal gezeigt. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde für jede Testperson der Anteil an richtigen Antworten für jede Zahlen-



wendeten ZRI-Größen statt. Auf Abbildung 4 sind in einer für den Vergleich bequemen Form die Resultate angeführt, die für alle zehn Testpersonen ermittelt wurden, ebenso aber auch die Ergebnisse einzeln für die „schnelle“ und „langsame“ Gruppe der Testpersonen. Wie schon erwähnt, wurde während des Experiments die

Latenzzeit bei der Reproduktion registriert. Tabelle 3 zeigt die mittleren Latenzperioden bei der Bestimmung des fehlenden Gliedes. Eine vorläufige Analyse dieser Angaben zeigt folgendes. Die Latenzperiode der Reproduktion ist bei allen Testpersonen in der überwiegenden Zahl der Fälle größer als 1 s.



Die obere Abbildungsreihe (von links nach rechts als Abbildung 1, 2 und 3 zu lesen) gibt den mittleren Prozentsatz der richtigen Antworten als Funktion der gesamten Darstellungs- und ZRI-Zeit für die gesamte Gruppe der Testpersonen sowie für die drei „schnellen“ und die sieben „langsamten“ Testteilnehmer wieder. Das untere Diagramm (Abbildung 4) bringt für dieselben Testgruppen die Zusammenhänge zwischen Zahlenfolgenlänge, den ZRI-Spannen und den richtigen Antworten zum Ausdruck.

Das heißt, daß der Prozeß der Umwandlung der erhaltenen Information und der Auswahl der Antwort auch nach dem Darstellen der ganzen Reihe weitergeht. Die Latenzzeit der Reproduktion ist bei falschen Antworten fast immer höher als bei richtigen. Wenn die Testperson eine richtige Antwort gibt, so ist sie sich sicher und reagiert schnell. Wenn das Sicherheitsgefühl fehlt und Zweifel vorhanden sind, ist die Latenzperiode bedeutend größer. In der Latenzzeitgröße während der Reproduktion drücken sich ebenfalls bedeutende individuelle Unterschiede zwischen den Testpersonen aus. Diese erfordern noch eine spezielle Analyse:

Ungeachtet dessen, daß die Testpersonen nicht die Aufgabe hatten, alle Zahlen in der Reihenfolge ihrer Darstellung zu reproduzieren, kann die benutzte Versuchsmethodik als

Mittel dienen, um das Volumen des Kurzzeitgedächtnisses zu messen. Die Testpersonen sind gezwungen, sich die dargebotene Reihe eine gewisse Zeit zu merken; sonst können sie das fehlende Glied nicht richtig bestimmen. Das Volumen des kurzzeitigen Gedächtnisses, welches mit der Methodik zur Bestimmung des fehlenden Gliedes gemessen wurde, ist wesentlich größer als das Volumen, das durch das herkömmliche taxistoskopische Verfahren bestimmt wurde. Die Ergebnisse, die beim Messen des kurzzeitigen Gedächtnisvolumens mit dem Verfahren der Fehlgliedbestimmung gewonnen wurden, sind vergleichbar mit den Resultaten, die man bei Anwendung der Methode der teilweisen Reproduktion erhält. Ein solcher Vergleich ist durchaus gerechtfertigt, da die summare Dauer der Darstellung und des ZRI von 50 ms bei einer sukzessiven Vorführung

Tabelle 3

| Länge der Zahlenfolge | Latenzperiode während der Reproduktion (s) bei den entsprechenden Intervallgrößen (ms) für die richtige (+) und für die falsche Ausführung (-) der Aufgabe | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | | 100 | | 200 | | 300 | | 500 | | 1000 | |
| | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 6 | 1,68 | 1,60 | 1,60 | 2,46 | 1,42 | 2,44 | 1,42 | 1,92 | 1,98 | 3,55 | 1,97 | 2,99 |
| 7 | 1,28 | 1,49 | 1,72 | 2,37 | 1,15 | 1,26 | 1,66 | 1,39 | 1,12 | 2,37 | 1,13 | 2,37 |
| 8 | 1,06 | 1,33 | 1,14 | 1,87 | 1,35 | 1,94 | 1,68 | 2,18 | 1,58 | 2,04 | 1,99 | 3,07 |
| 9 | 1,43 | 1,74 | 1,12 | 1,33 | 1,21 | 1,58 | 1,45 | 1,90 | 1,66 | 2,13 | 2,17 | 3,69 |

der Folge 00-09 850 ms beträgt. Das Gedächtnisvolumen ist unter diesen Bedingungen gleich 10. Das ist der Maximalwert des Gedächtnisvolumens, der in unseren Versuchen erhalten wurde, bei einer summaren Darstellungs- und Intervalldauer von maximal einer Sekunde. Das maximale Gedächtnisvolumen, das mit der Methode der teilweisen Reproduktion bestimmt wurde (darunter auch bei einer Darstellungsdauer von 1 s), beträgt 11.

Bei der weiteren Diskussion ist es wichtig zu unterstreichen, daß beide oben angeführten Methoden zur Messung des Gedächtnisvolumens zwar von der Testperson nicht die Reproduktion des ganzen dargestellten Materials, dennoch aber seine Speicherung im Gedächtnis für eine bestimmte Zeit fordern.

Die erhaltenen Werte zeugen davon, daß im menschlichen Gedächtnis die Speicherung und das Abtasten von kontinuierlich fixierbaren Spuren möglich ist. Das Abtasten vollzieht sich sogar in den Fällen erfolgreich, wenn das Intervall zwischen zwei Einwirkungen 50 ms beträgt. Der größte Teil der Testpersonen konnte bei einem derartigen Intervall nur mit einer Folge von maximal 9 Zahlen arbeiten. Lediglich eine Person arbeitete mit einer Folge von 10 Zahlen. Bei Vergrößerung der Intervalle zwischen den Darstellungen kann auch die Reihenlänge, mit der die Testpersonen noch effektiv arbeiten können, vergrößert werden. Zum Beispiel können einzelne Testpersonen bei einem Intervall von 500 und 1000 ms mit einer aus 16 bis 17 Zahlen bestehenden Folge arbeiten (allerdings übersteigt die Analyse dieser Angaben die Grenzen des vorliegenden Materials).

Die Speicherung und das Abtasten der Spuren vollzieht sich in Aufgaben, die keine vollständige Reproduktion erfordern, im Kurzzeitgedächtnis schneller als in Aufgaben mit voller Reproduktion. Das ist das Hauptergebnis der dargelegten Untersuchungen. Nach den Angaben *Mayzners, Tresselts* und anderer (1969) ist für jeden neuen Reiz (nach dem zweiten) ein Zeitzuschlag zum ZRI von 100 ms notwendig. Das bedeutet, daß vier Wörter in ihrer experimentellen Situation in einer summaren Darstellungs- und Intervallzeit von 940 ms reproduziert werden. In unserer experimentellen Situation werden in 850 ms 9 dargebotene Zahlen gespeichert und abgetastet, sowie eine nicht dargestellte Zahl bestimmt. Wenn man diese Zeit auf einen Reiz umrechnet, so ist diese Größe fast viermal geringer. Wenn man aber berücksichtigt, daß in unserem Falle die Reihe ebenfalls größer ist, so wird der Unterschied noch bedeutender. Das Vorhandensein eines derart großen Unterschiedes in der Zeit, die für die Ausführung der Aufgabe mit vollständiger Reproduktion und für die Aufgabe mit Bestimmung des fehlenden Gliedes benötigt wird, zeugt davon, daß die Prozesse bei der Konsolidierung der Spuren äußerst unterschiedlich sein können. Wenn das fehlende Glied be-

stimmt wird, so tritt bei genügend großen Zahlenfolgen und kleinen ZRI keine Interferenz der Spuren ein.

Wenn man annimmt, daß alle notwendigen Umwandlungen mit der dargestellten Zahlenfolge nach der Abbildung, in der Latenzperiode der Reproduktion des Fehlgliedes, vorsich gehen, so ist auch in diesem Falle für die Konsolidation einer Reizspur eine Zeit von lediglich 100 ms vorhanden. Wenn aber ein Teil der Operationen bei der Ordnung und beim Abtasten während der Darstellung vollzogen wird, so ist die Zeit für die Konsolidierung der Spuren noch geringer.

Der Einfachheit halber nehmen wir für die Konsolidierung einer Reizspur eine Zeit von 100 ms an und betrachten den Vorgang bei der Bestimmung des Fehlgliedes unter den untersuchten experimentellen Bedingungen als Zweitaktprozeß. In der ersten Prozeßphase wird das dargebotene Material eingepreßt und gespeichert, in der zweiten Phase, also in der Zeit nach der Darstellung, wird die anfangs chaotische Reihe geordnet und abgetastet.

Psychologisch besteht der Unterschied im Speichern der Reihe in der Aufgabe der Bestimmung des Fehlgliedes und in der Aufgabe der vollständigen Rekonstruktion darin, daß im ersten Fall die Information für kurze Zeit, „für sich selbst“, gespeichert werden muß, im zweiten Fall aber hat die Speicherung „für die Reproduktion“, also im Prinzip für einen größeren Zeitraum, zu erfolgen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Speicherung „für sich“ einfachere Verfahren für die Umwandlung und Umcodierung des Materials erfordert als die Speicherung „für die Reproduktion“. Damit läßt sich erklären, warum in Aufgaben mit vollständiger Reproduktion des Testmaterials längere ZRI notwendig sind.

Diese Gedankengänge sind auch in dem Falle berechtigt, wenn die Speicherung des dargebotenen Materials, seine Ordnung, das Abtasten und die Auswahl nicht nacheinander, sondern parallel verlaufen. Im letzten Fall ist die Zeit für die Konsolidierung der Spur in Aufgaben mit Bestimmung des Fehlgliedes noch geringer.

Bei großen ZRI von 500 und 100 ms verlaufen die Prozesse der Speicherung und Bearbeitung des Materials parallel. Das ist durch die Selbstbeobachtung festzustellen. Zwar ist die Latenzperiode der Reproduktion auch bei großen ZRI lang, das läßt sich jedoch damit erklären, daß sich die Bearbeitung mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung bezüglich der Speicherung vollzieht. Die Grundfrage besteht jedoch darin, auf welche Weise – parallel oder aufeinanderfolgend – die Prozesse der Speicherung und Verarbeitung des Materials bei kurzen ZRI vor sich gehen.

Auf Grund der in der Untersuchung gewonnenen Ergebnisse läßt sich diese Frage stellen. Um eine Antwort auf sie zu finden, sind zusätzliche Untersuchungen notwendig. Heute kann man lediglich einige Vorstellung zugunsten

jeder dieser Möglichkeiten äußern. *J. Sperling* (1963) und andere Forscher brachten den Mechanismus des kurzzeitigen visuellen Gedächtnisses mit Trägheitserscheinungen und mit Erscheinungen, die ihre Ursache in der nachwirkenden Abbildung haben, in Verbindung. Wenn dieser Zusammenhang tatsächlich existiert, so ist eine Interpretation des Vorgangs als Zweitaktprozeß – das Einprägen durch die Netzhaut und die darauffolgende Übertragung auf höhere Stufen des Nervensystems – wahrscheinlicher.

Die bedingungslose Annahme dieser Hypothese wird in unserem Falle allerdings dadurch kompliziert, daß die ganze Information der Testperson praktisch an ein und derselben Stelle der Netzhaut dargeboten wurde. Unter diesen Bedingungen konnten Makrobewegungen des Auges, wenn diese während der Abbildung vor sich gingen, die Testperson lediglich vom Testfeld ablenken. Möglicherweise hängt der hohe Fehleranteil bei kurzen ZRI gerade mit derartigen Ablenkungen zusammen. Während des Versuches sind natürlich geringe Verschiebungen des Auges möglich, weshalb die Reize nicht genau an ein und dieselbe Netzhautstelle gelangen. Das wird aber kaum die Aufgabe der Testperson merklich erleichtern, da diese aus dem verhältnismäßig stark gestörten Hintergrund, der durch die Verschiebung der Spuren auf der Netzhaut gebildet wird, die fehlende Figur auszusondern hat. Diese Bedingungen sind nicht zu vergleichen mit dem (ebenfalls ziemlich schwierigen) Fall, bei dem das visuelle System eine analoge Aufgabe unter Vorhandensein des Testobjektivs im Gesichtsfeld löst. Das alles bedeutet, daß, wenn man die Hypothese des Zweitaktprozesses annimmt, man die Möglichkeit der Spurfizierung nicht nur wie bei der Simultandarstellung in der Netzhautebene, sondern auch in der dritten Dimension annehmen muß. Bei der sukzessiven Darstellung ordnen sich die Spuren nicht nur in Form einer Reihe, sondern auch hintereinander ein. (Die Frage der Lokalisierung dieser Spuren lassen wir vorläufig beiseite.) Unabhängig davon, ob Speicherung und Verarbeitung parallel oder aufeinanderfolgend verlaufen, ist für uns wichtig, festzustellen, daß sich die Zeit für ihre Realisierung der Wahrnehmungsdauer annähert. Nach den Angaben *Mayzners, Tresselts* u. a. (1969) beträgt die Zeit, die notwendig ist, damit der Reiz dieser „subjektiven visuellen Erfahrung“ zugänglich wird, 130 ms. Die Dauer der Informationsumarbeitung in dieser Komponente schätzen die Autoren auf etwa 100 ms. So erhält man im ganzen 230 ms je Reiz. In unseren Versuchen wurden die Testpersonen mit einer ziemlich schwierigen Aufgabe fertig, da sie für einen Reiz zweimal weniger Zeit zur Verfügung hatten. Diese Angaben zeugen davon, daß eine strenge Teilung der perzeptiven, mnemotischen und gedanklichen Prozesse überaus kompliziert ist. Unter realen Funktionsbedingungen der ganzen Hierarchie der Erkenntnisprozesse sind ja die perzeptiven

und mnemotischen Vorgänge der Logik der vom Subjekt zu lösenden Gedankenaufgabe untergeordnet. Wir haben nicht ohne Absicht erwähnt, daß der Vorteil des methodischen Verfahrens *Schlosbergs* darin besteht, daß im Experiment unter streng kontrollierbaren Bedingungen wichtige Besonderheiten der sich unter natürlichen Verhältnissen vollziehenden visuellen Wahrnehmung imitiert werden können. Die Hauptsache ist, daß die Information den Testpersonen aufeinanderfolgend und ungefähr an ein und derselben Netzhautstelle dargeboten wird. Unter natürlichen Bedingungen sind an diesem Vorgang die Peripherie des visuellen Systems, die die Funktion der Anlaßferenz ausführt (*A. Leontjew* und *Ju. Gippner*, 1968), und die Augenbewegungen, mit deren Hilfe die Wahrnehmungsobjekte kontinuierlich in die Klarsichtzone überführt werden, beteiligt.

In den Arbeiten von *B. Berjoska* und *W. Sintschenko* (1968) sind Angaben darüber angeführt, daß die visuelle Fixierungsdauer von der Kompliziertheit der Aufgabe abhängt. Im Bereich einer Aufgabe ist jedoch die mittlere Fixierungsdauer ziemlich stabil. Das bedeutet, daß das Subjekt die Möglichkeit hat, die Intensität des Informationsstromes zu regulieren, indem es diese oder jene zeitlichen Bedingungen für die visuellen Fixierungen vorgibt. Letzteres wird offenbar durch die Kompliziertheit der Umwandlungen bedingt, die mit der eingehenden Information im Zentralteil vollzogen wird. Unter den von uns beschriebenen experimentellen Bedingungen wurden die zeitlichen Verhältnisse des Reizflusses von der Testperson zwangsweise vorgegeben, d. h., das System der kontinuierlichen Eingangsinformationsverarbeitung wurde einer „Festigkeitsprüfung“ unterzogen.

Die Versuche zeigten, daß das System der kontinuierlichen Informationsverarbeitung unter überaus angespannten Bedingungen erfolgreich funktionieren kann. Wie schon bemerkt wurde, dauern die sich im Prozeß der Informationssuche vollziehenden visuellen Fixierungen bedeutend länger als die Intervalle, welche in unseren Versuchen benutzt wurden. Andererseits jedoch ist auch die Informationsmenge, die unter natürlichen Bedingungen während einer visuellen Fixierung erhalten wird, bedeutend größer als die, welche unseren Testpersonen während einer Abbildung dargeboten wurde. Unter den beschriebenen Versuchsbedingungen werden bei den Testpersonen verhältnismäßig lange Spurenketten gebildet und gespeichert.

Unter natürlichen Verhältnissen wird die Bildung derartiger Spurenketten durch die Möglichkeit, zum Reiz zurückzukehren und ihn nochmals zu fixieren, durch die größeren ZRI, durch das Vorhandensein von Gedankenverbindungen zwischen den Reizen und durch den Überfluß an Reizen erleichtert. Sowohl unter experimentellen als auch unter natürlichen Bedingungen ist also die Bildung

von Spurenketten und ebenso deren durch das Tätigkeitsziel bestimmte Analyse möglich. Diese Analyse vollzieht sich sowohl während als auch nach der Bildung dieser Spurenketten. Es ist noch zu unterstreichen, daß, wie aus den oben angeführten Werten hervorgeht, die Fixierung und das Abtasten der Spuren mit sehr kleinen Zeitkonstanten vor sich gehen kann. Zum Schluß versuchen wir, auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung des Kurzzeitgedächtnisses, die nach der Methode der teilweisen Reproduktion und nach dem Verfahren der Fehgliedbestimmung durchgeführt wurde, unsere Vorstellungen über den Prozeß der Bekanntmachung mit der Problemsituation, dem Auffinden der nutzbaren Information und dem Bau des Abbildes dieser Situation zu präzisieren (W. Sintschenko, 1968).

Nehmen wir als Schritt der Informationssuche die Fixierung des Auges von zum Beispiel 300 ms Dauer an. Beim ersten Schritt der Suche erhält das visuelle System eine gewisse Informationsmenge und speichert sie etwa 1000 ms, also für einen Zeitabschnitt, in dem noch drei visuelle Fixierungen von gleicher Dauer vor sich gehen können. Nehmen wir an, beim ersten Schritt hat die Testperson keine nutzbare Information gefunden und sie vollzieht den nächsten Schritt, bei dem sie eine der Aufgabe relevante Information feststellt. Im Zusammenhang mit der beim zweiten Schritt gewonnenen Information kann sich zeigen, daß ein Teil der beim ersten Schritt erhaltenen Information nützlich war. Da letztere noch gespeichert wird, hat die Testperson die Möglichkeit, ein Signal für die Speicherung dieses nützlichen Teils zu geben. Von der Rückkopplung wird bestimmt, welche Information in welchem Umfang für die erfolgreiche Lösung der Aufgabe zu speichern ist. Wenn beim dritten oder vierten Schritt keine weiteren Signale zur Speicherung noch irgendeines Teils der beim ersten Schritt gewonnenen Information eintrifft, so wird die gesamte restliche Information gelöscht.

Analog kann man sich auch die nächsten Schritte der Informationssuche vorstellen. In diesem Schema wird angenommen, daß ein Prozeß der selektiven Informationsspeicherung vorhanden ist, dessen Regulierung von Instruktionen vor und nach dem Reizauftritt gewährleistet wird (unter natürlichen Bedingungen stellen letztere verschieden stark erkennbare Selbstinstruktionen dar). Insgesamt ist die selektive Speicherung ein Ergebnis der effektiven Organisation bei der Überwindung überflüssiger und nutzloser Informationen. Diese Überwindung vollzieht sich innerhalb der Informationsprozesse auf den unteren Stufen der Hierarchie. Die irrelevante Information wird auf die höheren Stufen dieser Hierarchie nicht übertragen. Was die nutzbare Information betrifft, die nach dem Löschen der überflüssigen und nutzlosen Information übrig bleibt, so können sich einzelne Elemente, die bei verschie-

denen Schritten der Suche selektiv abgesondert wurden, zu Spurenketten organisieren und in der Folge zu einem gewissen neuen Abbild formieren.

Daß eine solche Organisation der selektiven Speicherung der Nutzinformation vorhanden ist, wird auch von den Ergebnissen, die bei den Untersuchungen des Kurzzeitgedächtnisses nach der Methode der teilweisen Reproduktion erzielt wurden, bestätigt. Die mit der Methode der Fehgliedbestimmung durchgeführten Untersuchungen bestätigen die Möglichkeit der Bildung von Spurenketten.

In allen diesen Untersuchungen wurde den Testpersonen jedoch ausschließlich eine, vom Standpunkt der vor ihnen stehenden Aufgabe nützliche Information dargeboten. Andererseits wurde in den Versuchen, die nach dem Verfahren der teilweisen Reproduktion durchgeführt wurden, von den Testpersonen nicht die Bildung von Spurenketten gefordert. So bestätigen die Untersuchungen des kurzzeitigen Gedächtnisses, die mit Hilfe beider Methoden durchgeführt wurden, einzelne Seiten des beschriebenen Schemas, das die Organisation der kontinuierlichen Informationsverarbeitung im visuellen System illustriert.

Für die detaillierte Aufgliederung des vorgeschlagenen Organisationsschemas in der Informationsverarbeitung des visuellen Systems und für die Präzisierung des Schemas insgesamt müssen neue Verfahren zur Untersuchung des kurzzeitigen Gedächtnisses entwickelt werden, die dessen Eigenschaften noch vollkommener imitieren.

Wladimir Sintschenko (geb. 1931) ist Doktor habil. der psychologischen Wissenschaften, Professor an der Moskauer Staatlichen Universität und Leiter des Laboratoriums für technische Psychologie am Wissenschaftlichen Allunionsforschungsinstitut für Technische Ästhetik. Er beschäftigt sich mit der Erforschung der Prozesse bei der Wahrnehmung, des Gedächtnisses und der Informationssuche. Näheres siehe in „Ideen des exakten Wissens“ 5/69.

Galina Wuschetitsch (geb. 1939) absolvierte die psychologische Fakultät der Moskauer Universität; sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Psychologie und befaßt sich mit der Erforschung des kurzzeitigen visuellen Gedächtnisses. Sie ist Verfasserin einiger Artikel, die in der Zeitschrift „Fragen der Psychologie“ und in Fachsammelbänden veröffentlicht wurden.

Berjoskin, B. S. und Sintschenko, W. P.: Untersuchung der Informationssuche. Im Buch: „Probleme der technischen Psychologie“. Verlag „Nauka“, Moskau 1967.

Wergiles, N. Ju. und Sintschenko, W. P.: Das funktionelle Modell des sensorischen Gliedes im visuellen System und der mögliche Mechanismus des visuellen Kurzzeitgedächtnisses. – In: „Fragen der Psychologie“ 1967, Nr. 6.

Wuschetitsch, G. G., Baraboschkin, Ju. M., Berjoskin, B. S., Sintschenko, W. P. und Naumow, A. I.: Volumenuntersuchung am visuellen Kurzzeitgedächtnis. – Im Sammelband „Probleme der Gedächtnispsychologie“. Verlag d. Charkower Staatl. Univ., Charkow 1969.

Sintschenko, W. P.: Perzeptive und mnemonische Elemente der schöpferischen Tätigkeit. – In: „Fragen der Psychologie“ 1968, Nr. 2.

Sintschenko, W. P. und Wergiles, N. Ju.: Formierung des visuellen Abbildes. Verlag d. Mosk. Staatl. Univ., Moskau 1969.

Leontjew, A. N. und Gippenreiter Ju. B.: Über die Tätigkeit des visuellen Systems beim Menschen. Verlag d. Mosk. Staatl. Univ., Moskau 1968.

Rumjanzew, D. A., Wuschetitsch, G. G. und Wergiles, N. Ju.: Zur Frage der Identifizierungszeit beim Löschen der Testobjekte durch ein Geräuschfeld. – Im Sammelband: Dritter allrussischer Kongreß der Psychologengesellschaft der UdSSR. Bd. 1, S. 150–151, Moskau 1968.

Sperling, J.: Die Information, die durch kurze visuelle Darstellungen gewonnen wurde. – In: „Technische Psychologie im Ausland“. Verlag „Progress“, Moskau 1967.

Sperling, J.: Das Modell des visuellen Gedächtnisses. Ebenda.

Buschke, H.: Relative Retention in immediate memory determined by the missing scan method. „Nature“, 1963, v. 200, 1129–1130.

Jacobs, J.: Experiments on „Prehension“. „Mind“ 12, 75–79, 1887.

Mayzner, M. S., Tresselt, M. E., Tabenkin, N., Didner, R. und Helfer, M. S.: Visual information processing of sequentially presented inputs: I-Effects of input timing on sub-span storage and retrieval mechanism. „Perception and Psychophysics“ v. 5, 1969.

Raab, D. H.: Backward masking. „Psychological Bulletin“, 1963, 60, 118–129.

Schlosberg, H.: Time relations in serial visual perception. „Canadian Psychologist“, 1965, 6a, 161–172.

kurz notiert...

Infektion des Nervengewebes im Kindesalter

Die Probleme der Anfälligkeit von Kindern gegenüber Infektionen des Nervengewebes werden in der neurologischen Abteilung des Moskauer Wissenschaftlichen Forschungsinstitutes für Pädiatrie und Kinderchirurgie beim Gesundheitsministerium der RSFSR untersucht, das vom Dr. med. habil. *Jurij Jakunin* geleitet wird. Die Spezialisten dieser Abteilung richten ihre Aufmerksamkeit auf die Ähnlichkeit im Verlauf der durch die verschiedensten Ursachen hervorgerufenen Gehirnentzündungen; sowohl der Gehirnentzündungen mit Enterovirusnatur als auch der vom „Ekonomo“-Typ sowie einer Reihe nichtspezifischer Reaktionen des zentralen Nervensystems, die sich bei vielen Virusinfektionen entwickeln. Oftmals führen bei Kindern die verschiedenartigsten Erkrankungen zu Krampfsyndromen. Dem sind besonders förderlich die erhöhte Gefäßdurchlaßfähigkeit im Kindesalter, die hohe reflektorische Erregbarkeit des Nervensystems, die große Beweglichkeit aller Stoffwechselprozesse und dabei in erster Linie des sympathischen Systems des Kindes.

Die in der Abteilung durchgeführten Untersuchungen über den funktionellen Zustand der Nebennierenrinde während einer Infektion zeigten, daß zu Beginn der Erkrankung der Gehalt an 2-Oxykortikosteroiden im Blutplasma geradlinig proportional mit der Schwere der Krankheit wächst. Gleichzeitig fehlt bei schweren Krankheitsformen eine adäquate Reaktion auf die intramuskuläre Einführung von adrenokortikotropem Hormon, was offensichtlich durch die Verringerung der funktionellen Reserven in der Nebennierenrinde zu erklären ist. Speziell bei eitriger Gehirnhautentzündung sind Fälle zu beobachten, in denen sich in der kritischen Krankheitsphase eine gefährliche Nebenniereninsuffizienz bemerkbar macht.

Diese Untersuchungen geben den Wissenschaftlern allen Grund, unter den Entwicklungsmechanismen der Neuroinfektion beim Kind nicht nur den unmittelbaren Erreger zu suchen, sondern auch der erhöhten Empfindlichkeit des kranken Organismus diesem gegenüber Rechnung zu tragen.

Das Gedächtnis der Schildkröte

Die ganze vom Menschen empfangene Information wird im Gedächtnis in Form von Symbolen gespeichert. Bis vor kurzer Zeit nahm man an, daß die Festlegung solcher komplizierter Merkmale eine Eigenart der höchsten Gehirnfunktionen und ein Privileg des Menschen sei. In Versuchen von *B. Sergejew* vom Setschenow-Institut für Evolutionsbiologie und Biochemie der Akademie der Wissenschaften wurde eine solche Fähigkeit jedoch auch bei Reptilien festgestellt, und zwar bei Steppenschildkröten, die nach der Organisation des Nervensystems ein Zwischenglied zwischen den höheren und niederen Wirbeltieren bilden.

Die Versuche wurden folgendermaßen durchgeführt: Vor dem Tier wurden einige Futtertröge aufgestellt, die mit leichten Schachteln bedeckt waren, auf denen verschiedenfarbige und verschiedengroße Quadrate und Dreiecke abgebildet waren. Nachdem die Schildkröte ihre Wahl getroffen hatte, mußte sie auf einen Hebel des entsprechenden Futtertrogs drücken.

Es zeigte sich, daß die Schildkröte in der Lage ist, lange Zeit ihren Fütterungsort mit Hilfe eines solchen Merkmals wie der Abbildungsgröße in Erinnerung zu behalten.

Die hypothetische Biosphäre des Mars

1962 entwarf der sowjetische Biologe *Ljubarskij* ein Modell hypothetischer photosynthetisierender Organismen, aus denen möglicherweise die Biosphäre des Mars besteht. Als Pigment der Photosynthese nahm er allerdings nicht Chlorophyll, sondern irgendein anderes an. Wenn die Farbe dieser Organismen durch dieses Pigment bestimmt würde, wäre sie rotbraun.

Im Epithel dieser Organismen muß eine große Menge begleitender Hydrochrompigmente enthalten sein, die in der Lage sind, die Grundfarbe stark zu maskieren. Morphologisch sind diese Organismen an den Boden gedrückte Flechten und haben eine einheitliche assimilierende Oberfläche. Der Wassergehalt der Kolloide ist sehr gering. In der Zellflüssigkeit ist der Gehalt an löslichen Stoffen (möglicherweise Monosachride) hoch.

Die Feuchtigkeit wird hauptsächlich auf epophytem Wege oder durch die Verarbeitung des Oberflächenrauhreifs aus der Atmosphäre absorbiert. Eine Transpiration findet praktisch nicht statt. Die Zuwachsgeschwindigkeit der lebenden Substanz ist gering, die mutagene Evolutionsgeschwindigkeit ist hoch.

Die Mehrzahl der von dem Wissenschaftler aufgestellten Charakteristiken hat sich in den letzten Jahren bestätigt. Einige auf dem Planeten zu beobachtenden Erscheinungen konnten jedoch nicht erklärt werden. So wurde zum Beispiel festgestellt, daß die „Meere“ des Mars zum Frühjahrsbeginn dunkler werden, ohne ihre Farbe zu ändern; sie bleiben objektiv rot (vor einem weißen Hintergrund). Trotzdem vollziehen sich solche Veränderungen, als ob zum Grundstoff der „Meere“ irgendeine blaugrüne Substanz hinzugekommen wäre.

Diese Tatsache wird von den Wissenschaftlern mit dem maskierenden Einfluß der Hydrochrompigmente erklärt. Das läßt sich aber heute noch nicht beweisen, da es vorläufig nicht möglich ist, das Spektrum der hypothetischen Hydrochrompigmente zu rekonstruieren.

Wenn man annimmt, daß die Marsorganismen an den Boden angedrückte, langsam wachsende, dichte Flechten sind, muß unverständlich bleiben, wie sie die Überdeckung mit Staub überstehen können. Die Tatsache jedoch, daß die Lage der Meere erhalten bleibt, ist aber zugleich eines der Argumente für die Existenz von Leben auf dem Mars.

Unklar blieb die Frage, wie die Marsorganismen atmen. Bis vor kurzem wurde Sauerstoff in der Marsatmosphäre nicht festgestellt. Unter den diesbezüglichen Hypothesen ist jene von *Wishniac* besonders interessant, die in allgemeiner Form schon früher von sowjetischen Wissenschaftlern vorgeschlagen worden war (1962). Demnach kann bei Marsorganismen als Atmungssubstrat nicht Sauerstoff, sondern Eisen dienen, das in der Marsoberfläche in Form von Oxiden vorkommt und die Rolle eines Elektronenakzeptors spielen könnte.

Die an Eisenoxiden reichen Bodenstoffe müssen den inneren Teilen der Organismen zugänglich sein. Da auf dem Mars keine Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist und keine Verdunstung stattfindet, muß die Schwerkraft als einzige mögliche Kraft den Stofftransport gewährleisten. *Ljubarskij* nimmt an, daß die Marsorganismen auf irgendeine Weise Staub absorbieren und verarbeiten können.

Dabei werden drei wichtige Funktionen vollzogen; der Atmungsprozeß unter Teilnahme von Eisenoxiden, die Aufnahme der Mineralsalze zusammen mit Staub und Sand in den Organismus und die Selbstreinigung der photosynthetisierenden Organismenoberfläche.

9.00-13.00 Понедельник, 31 июля
4 заседание
Выступления участников конференции
Обсуждение докладов

15.00-18.00 5 заседание
Выступления участников конференции
Обсуждение докладов

9.00-13.00 Вторник, 1 августа
6 заседание
Принятие рекомендаций
Закрытие конференции

17.00 Прием

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГКОМИТЕТ

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

| | |
|-------------|--|
| | <u>Четверг, 27 июля</u> |
| 9.00-18.00 | Регистрация участников конференции |
| | <u>Пятница, 28 июля</u> |
| 8.00- 9.00 | Регистрация участников конференции |
| 9.00-13.00 | 1 заседание Открытие конференции Вступительное слово (СССР) 8 докладов: от Народной Республики Болгарии (НРБ), Венгерской Народной Республики (ВНР), Германской Демократической Республики (ГДР), Польской Народной Республики (ПНР), Союза Советских Социалистических Республик (СССР), Чехословацкой Социалистической Республики (ЧССР), Социалистической Федеративной Республики Югославии (СФРЮ), Социалистической Республики Румынии (СРР) Тема докладов: "Состояние эргономики в стране и социально-экономическая эффективность внедрения эргономических принципов и рекомендаций" |
| 15.00-18.00 | 2 заседание Доклад представителя СССР на тему: "Методологические основы эргономики и инженерной психологии" |
| | <u>Суббота, 29 июля</u> |
| 9.00-13.00 | 3 заседание Проблемные доклады 1. Социальные аспекты в эргономике (ЧССР) 2. Учет человеческого фактора в проектировании техники (НРБ) 3. Эргономика и гигиена труда (ПНР) 4. Эргономика на промышленных предприятиях (ВНР) 5. Доклад от ГДР 6. Доклад от СРР 7. Доклад от СФРЮ |
| 15.00-17.00 | Посещение лабораторий Работа редакционной комиссии по подготовке рекомендаций о координации и кооперации исследований в области эргономики в странах СЭВ и в СФРЮ |
| 19.00-22.00 | Свободные тематические дискуссии о научных основах эргономики (эргономика и гигиена труда, эргономика и психология труда, эргономика и физиология труда, эргономика и экономика, эргономика и техническая эстетика, подготовка кадров по эргономике) |

| | |
|-------------|--|
| | <u>Понедельник, 31 июля</u> |
| 9.00-13.00 | 4 заседание Выступления участников конференции Обсуждение докладов |
| 15.00-18.00 | 5 заседание Выступления участников конференции Обсуждение докладов |
| | <u>Вторник, 1 августа</u> |
| 9.00-13.00 | 6 заседание Принятие рекомендаций Закрытие конференции |
| 17.00 | Прием |

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГКОМИТЕТ

I

See:

ENGINEERING PSYCHOLOGY

(Ed. AN LEONTJEV, V. P. ZINCHENKO
AND S. Yu. PANOV)

31 Oct. 66, 715 p.

REPT No FTD-HT-66-147

TT-67-61001

UNEDITED ROUGH DRAFT

TRAS. OF MONO.

U.S. GOVERNMENT RESEARCH AND
DEVELOPMENT REPORTS, 1967.

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛО-
ГИЯ. Изд-во МГУ
М. 1964.

ГЛАВА XI

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИИ ВОСПРИЯТИЯ

В. П. ЗИНЧЕНКО

Вводные замечания

Инженерно-психологическая проблематика восприятия включает: 1) определение оптимальных психофизиологических характеристик сигналов, предъявляемых человеку; 2) определение количества информации, которое может воспринять оператор в единицу времени; 3) определение способов кодирования информации, наиболее адекватных задачам, решаемым оператором в системе управления; 4) определение способов организации деятельности оператора по приему предъявляемой информации.

Из перечисленных вопросов наиболее разработанным является вопрос о психофизиологических характеристиках восприятия. Что касается остальных вопросов, то, как показывает опыт последних двух десятилетий, их решение наталкивается на значительные трудности. Несмотря на то, что проведены сотни исследований, в которых делались попытки определить так называемую пропускную способность сенсорных каналов человека, она до сих пор в каждом отдельном случае устанавливается эмпирически. Специалисты по инженерной психологии не имеют достаточных оснований для прогнозирования степени эффективности создаваемых средств отображения. Данные лабораторных исследований пропускной способности оказались для некоторых реальных условий вообще недостаточными. Поэтому в последние годы интерес к работам, в которых теоретико-информационные понятия и меры заменяют содержательную характеристику процессов восприятия, начал все более угасать.

Отказавшись от первоначальных упрощений, исследователи пошли по более трудному, но зато и более надежному пути — пути изучения структуры восприятия. Однако при этом не всегда достаточно учитывается теоретический и экспериментальный опыт исследования проблем восприятия. Повторяются не только уже сделанные открытия, но и ошибки. Именно поэтому сейчас представляется полезным рассмотреть некоторые теоретические аспекты изучения восприятия, позволяющие наметить принципиальные пути решения проблем, стоящих перед инженерной психологией восприятия.

Психологическая проблематика изучения восприятия в значительной степени перекликается с бионическим подходом к восприятию, с задачами создания опознающих и воспринимающих устройств. Изучение принципов строения и функционирования информационных систем

информации» в технике связи имеет вполне строгий смысл. Когда же это понятие применяется к биологическому или социальному организму, оно теряет свою строгость, если всякий раз не оговаривать, какой смысл в него вкладывается. Равным образом при использовании понятий «кодирование» или «преобразование» тоже далеко не всегда указывается характер и предмет преобразования. Понятие пропускной способности стало эквивалентным понятию объема или скорости восприятия (Глезер и Цуккерман, 1961).

В таких заменах не было бы большой беды, если бы заменяемые психологические понятия были сравнимы по строгости с новыми понятиями. К сожалению, это не так. К тому, что было сказано о понятии «восприятие», можно добавить, что в настоящее время существует более двух десятков теорий восприятия, часто излагаемых рядоположно. Это требует, по меньшей мере, осторожности в замене его термином «прием информации». Осторожность диктуется не только теоретическими соображениями, но и методическими. Одна из возможных причин несовпадения показателей пропускной способности сенсорных каналов человека, полученных в разных исследованиях, несомненно заключается в том, что измерению подверглись результаты, к которым приводили различные сенсорные (а иногда и интеллектуальные) процессы. Точно так же не всегда осознается, какие процессы восприятия имитируют созданные и проектируемые в настоящее время воспринимающие и опознающие устройства.

Неоднозначность употребления понятия «восприятие» имеет своим реальным основанием то, что перцептивные процессы обслуживают разные формы поведения, т. е. с их помощью решаются разные задачи. Так, перцептивные процессы афферентируют протекание безусловных, равно как и условных, рефлексов. Они являются регулятором произвольного и произвольного поведения. А на определенной стадии развития они сами выделяются в самостоятельный вид деятельности. И во всех этих случаях речь идет о восприятии. Это объясняется тем, что перцептивные процессы имеют нечто общее, что и выделяется исследователями. С их помощью организм ориентируется в окружающей действительности, отражает те ее свойства, которые необходимы для приспособления к ней, для решения жизненных задач, стоящих перед ним. Поэтому процессы восприятия нельзя рассматривать вне реальной жизни организма, не анализируя задач, стоящих перед ним. Последнее очень существенно, так как задачи, решаемые организмом в процессе приспособления, определяют те предметы и их свойства, которые необходимо выделить для осуществления того или иного акта поведения; равным образом они детерминируют и способы преобразования стимулов, которые необходимо учитывать при их решении. Анализ перцептивных процессов усложняется также тем, что появление новых, например зрительных, задач и формирование способов их решения не всегда отменяет, а чаще маскирует те формы преобразования стимулов, с помощью которых решались более элементарные задачи. Благодаря этому круг перцептивных задач оказывается тем шире, чем выше находится организм на эволюционной лестнице.

Таким образом, при анализе процессов восприятия необходимо учитывать задачи, решаемые организмом; свойства окружающего мира, которые необходимо выделить для решения этих задач; способы выделения и преобразования этих свойств. Существенным является вопрос: как осуществляются перцептивные процессы — готовыми, врожденными механизмами или эти механизмы складываются прижизненно? Для описания процессов восприятия по такой программе пока нет до-

статочных данных. В настоящем изложении в качестве центрального выделяется вопрос о разных способах преобразования стимулов и о структуре некоторых из них. Там, где это возможно, будут указаны задачи, решаемые с помощью того или иного способа преобразования, а также его познавательные или практические эффекты.

Выше уже говорилось о том, что восприятие может осуществляться посредством различных по структуре и функциям перцептивных операций и действий. Далеко не все из них изучены сколько-нибудь подробно и, по-видимому, даже не все известны. Тем не менее представляется полезным систематизировать известные перцептивные операции и представить хотя бы гипотетически их место и роль в процессах восприятия.

Подобная систематизация и классификация перцептивных операций и действий может быть проведена по разным основаниям. В основном классификации могут быть положены свойства стимулов, которые подвергаются преобразованиям, задачи, решаемые субъектом, равно как и способы решения этих задач.

Мы избрали в качестве основания для классификации перцептивных действий *последовательность* появления этих действий в процессе индивидуального развития. В пользу генетического принципа классификации говорит то, что генетическое исследование, наряду с активным формированием перцептивных действий, в ряде случаев является единственным средством проникновения в структуру восприятия. Преимущество генетического исследования состоит в том, что многие перцептивные операции в развитой форме совершаются практически мгновенно, что затрудняет их изучение. Когда же эти операции находятся на стадии формирования, их исследование значительно облегчается.

Например, в развитых формах восприятия трудно провести жесткие грани между операциями обнаружения, различения и идентификации, в генетическом исследовании это оказывается возможным.

Вопрос о различиях между этими операциями достаточно серьезный, так как разные уровни восприятия — достояние не только определенного возраста, не только стадии в развитии восприятия. Каждая последующая операция своим появлением не отменяет предыдущую. Иными словами, в структуре развитого восприятия есть место для каждой из операций, складывающихся в процессе развития. Однако они могут существенно отличаться от своей первоначальной формы. Для выяснения степени этих отличий необходимо сочетание генетического и функционального исследования.

Критерии восприятия

Прежде чем перейти к описанию перцептивных операций и действий, следует остановиться на вопросе о критериях восприятия. Несмотря на то, что довольно детально разработаны некоторые критерии восприятия и создана совершенная техника их обнаружения и измерения, вопрос об их адекватности остается открытым. Так, например, в исследованиях, ведущихся по условно-рефлекторным методикам, возникновение положительной реакции или выработка дифференцировки нередко принимается за показатель адекватного восприятия. Хебб (1958) приводит эксперименты Лешли и др., в которых обнаружили разные степени восприятия «треугольности». Крыса, у которой была выработана реакция на белый треугольник на черном фоне, дает слу-

чайные ответы на другие варианты треугольника (1, 2, 3) (рис. 1). Шимпанзе узнает ту же фигуру в 1-м и 2-м вариантах и реагирует на них избирательно. Однако она дает случайные ответы на вариант 3. Двухлетний ребенок узнает заученную фигуру во всех трех вариантах. Хебб замечает по этому поводу, что первоначальная выработка реакции на треугольник обеспечивается мозговыми процессами различной сложности. И то, что простое задание теоретически может быть осуществлено простым механизмом, не означает, что мозг работает именно таким образом. Как шимпанзе, так и дети усвоили значительно больше того, что требовалось для решения задачи. Этот «излишек», как правило, не учитывается в экспериментах, проводимых по условно-рефлекторным методикам. Работы по латентному обучению и произвольному запоминанию показывают, что этот излишек оказывается

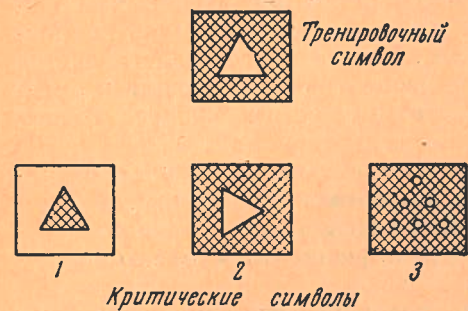


Рис. 1.

не только значительным, но и чрезвычайно полезным.

Таким образом, дифференцировка как возможный индикатор восприятия обладает тем существенным дефектом, что по наличию ее нельзя судить о степени восприятия, иными словами, о тех признаках, которые наблюдатель выделил, и на которые он ориентируется при выполнении действия. Правильнее будет сказать, что об ориентирующих субъекта признаках в случае дифференцировки твердо можно судить лишь в случае использования одномерных стимулов. Когда же стимулы имеют большое число измерений, такого заключения сделать нельзя. Вторым недостатком дифференцировки как индикатора восприятия состоит в том, что остается неизвестным, как совершается процесс восприятия.

Аналогичное замечание можно сделать и по поводу использования вегетативных компонентов ориентировочных реакций, которые также нельзя принять в качестве адекватного критерия содержательной характеристики процесса восприятия. Они могут свидетельствовать о том, что нечто воздействует на субъекта, но по ним тоже нельзя судить, как совершается процесс. Правда, в отличие от дифференцировки, в экспериментах, посвященных изучению нервной модели стимула (Е. Н. Соколов, 1959, 1960), удается выяснить, какие свойства стимулов фиксируются в нервной модели. Изменение тех или иных свойств вызывает закономерные сдвиги в тех или иных проявлениях ориентировочной реакции. Однако остается пока неясным, как нервная модель стимула связана с образом или с «психической моделью стимула». Неясна также пока и роль нервной модели в поведении.

По тому же основанию различия в ответах изолированной сетчатки в ответ на предъявление разных геометрических форм нельзя принять за адекватный критерий восприятия. До настоящего времени не известно, имеет ли преобразование стимулов, осуществляемое периферическим отделом анализатора, свое прямое выражение в поведении, или же оно обязательно требует переработки на более высоком уровне.

Существует еще одна группа критериев восприятия, которые можно обозначить как психологические критерии. Первый из них — узнавание ранее предъявленного объекта и выбор его среди других.

По поводу этого критерия можно сказать, что он также не дает

достаточно подробных сведений о признаках, по которым осуществляется узнавание. Последнее может осуществляться как по существенным, так и по второстепенным признакам (по так называемому «признаку X»). Опрос наблюдателя об ориентирующих признаках не всегда дает надежные результаты, так как испытуемые нередко на основании одних признаков предмета реконструируют другие, отсутствовавшие в предъявленном им изображении.

Словесный отчет, используемый как индикатор восприятия, относится скорее к так называемым продуктивным критериям. Исследования последних лет показывают, что этот критерий также не может быть признан вполне удовлетворительным. На восприятие, помимо влияния задачи, установок, мотивов и т. п., предваряющих предъявление материала, оказывают также влияние так называемые послестимульные инструкции, даваемые непосредственно вслед за предъявлением стимулов (Сперлинг, 1960; Клеммер, 1962). Существенным фактором в этих экспериментах оказывается время, в частности, интервал между предъявлением стимула и послестимульной инструкцией, указывающей, что из предъявленного следует воспроизводить.

По воспроизведению (лепка, рисование, словесное описание), разумеется, можно судить о признаках, выделенных в процессе восприятия. Это несомненное достоинство данного критерия, но он имеет и существенный недостаток, который состоит в том, что отсутствие воспроизведения вовсе не есть доказательство отсутствия восприятия. Последнее положение очевидно. Сказанное, конечно, не означает, что мы не должны пользоваться перечисленными критериями восприятия. Однако, пользуясь ими, необходимо учитывать их неполноту. Главное же состоит в том, что эти критерии не позволяют ответить на вопрос, как происходит восприятие. Поэтому исследования восприятия, в которых оценивается лишь продукт перцептивной деятельности, нельзя признавать вполне удовлетворительными. Продукт — это результат процесса; для решения же ряда практических задач необходимо знать, как данный результат достигается.

Обсуждение критериев восприятия показывает, что они не менее неопределенны, чем понятие восприятия. Вопрос о критериях восприятия следует решать на основе дифференцированного подхода к процессам восприятия. Исследование отдельных перцептивных действий и операций поможет уточнить и критерии восприятия. Пока можно лишь сказать, что каждая из операций восприятия, по-видимому, имеет собственные критерии ее обнаружения и продуктивности.

Проблема уровней восприятия

Поскольку нами в качестве основания деления перцептивных операций был избран генетический принцип, естественно возникает вопрос об исходных уровнях или операциях восприятия.

Представители разных теоретических направлений по-разному отвечают на этот вопрос. Основные расхождения состоят в том, какие процессы или операции признаются рожденными, не требующими научения, а какие операции являются результатом прижизненного формирования, «сенсорного научения». Этот вопрос является весьма существенным, особенно, если учесть, что психическое развитие осуществляется в процессе физического созревания организма. Для многих авторов характерна альтернативная постановка этой проблемы.

Традиционная точка зрения состоит в том, что ощущения пред-

Следует отметить, что Гибсон (1950) еще до появления работы указанных авторов писал, что наиболее элементарными впечатлениями от видимого пространства являются ощущения поверхности и границы. Эти ощущения Гибсон назвал кандидатами в состав восприятия. Число фактов кодирования нервной системой простейших конфигураций увеличивается. В лаборатории Глезера получены данные о том, что изолированная сетчатка лягушки отвечает разными пакетами импульсов на предъявление разных геометрических фигур. А. Л. Бызов (1962) писал, что уже в сетчатке осуществляется выделение движущегося изображения, подчеркивание его контуров, выделение таких элементов зрительных образов, как углы и т. д.

Указанные формы преобразования осуществляются рецепторами, имеющими известную морфологическую специализацию. При этом далеко не все биологические преобразователи сенсорной информации известны и довольно часто появляются сообщения о физиологической идентификации новых типов рецепторов. Можно привести еще некоторые примеры морфологической специализации рецепторов. Так, по данным Грея (1959), амплитуда и другие свойства рецепторных потенциалов, зарегистрированные на тельцах Фатера—Паччини, связаны со свойствами стимула. Например, с увеличением силы сжатия рецептора амплитуда рецепторного потенциала увеличивается до тех пор, пока не достигнет максимального значения. Грей обнаружил также зависимость амплитуды рецепторного потенциала от скорости сжатия рецептора и волокна, отличающиеся по скорости реагирования на воздействующие раздражители.

По данным Бызова, знак реакций в колбочках карпа зависит от длины волны света; на синий — гиперполяризация, на красный — деполаризация. По-видимому, каждый рецептор обеспечивает преобразование какого-либо одного измерения стимулов, воздействующих на него. В общем виде это положение выражено Смитом (1962), который пишет, что нервная система организована не по принципу непосредственного линейного проведения, а по принципу дифференциального детектирования. Затем воздействия на вход рецептора преобразуются в некоторые универсальные для всей нервной системы сигналы. По своему характеру этот «нервный код» является частотно-импульсным.

Группы рецепторов внутри одного анализатора, так же как группы в разных анализаторах, обеспечивают преобразование многомерных стимулов. Создание моделей многомерных стимулов происходит благодаря интеграции данных, поступающих как от отдельных рецепторов, так и от групп рецепторов или рецепторных полей.

Цикл этих исследований связан не столько с традиционным изучением процессов восприятия, сколько с классическим направлением физиологии Н. Е. Введенского и А. А. Ухтомского, с той лишь разницей, что предметом исследования вместо нервно-мышечного препарата стали эфферентные системы.

Эти процессы сенсорного кодирования обеспечивают врожденные преобразования стимулов, которые мы в дальнейшем будем называть натуральным моделированием стимулов, чтобы отличить его от других форм моделирования. Для целей нашего изложения более детальное описание натурального моделирования не является необходимым. Характерной его чертой является то, что для него не требуется специальное научение. Оно соответствует, по-видимому, наиболее элементарным формам чувствительности, которые являются предпосылкой формирования процессов восприятия. Другой вопрос, что сами эти формы преобразования должны рассматриваться как результат адап-

тивной эволюции. Правда, существуют данные, которые позволяют рассматривать и натуральные формы моделирования как результат прижизненно складывающихся (включая эмбриогенез) способов преобразования стимулов. Имеется в виду цикл работ И. А. Аршавского, в которых он доказывает, что в пренатальном периоде рецепторы не ждут того критического момента в жизни новорожденного, когда он впервые сталкивается с огромным разнообразием внешних факторов, а являются на каждом этапе онтогенеза зрелыми в той мере, в какой они обеспечивают соответствующую форму адаптации к тем специфическим условиям среды, с которыми организм взаимодействует в каждом возрастном периоде (1961). Однако если не принимать во внимание эмбриогенез, можно предположить, что натуральные формы преобразования являются врожденными и не требуют научения.

Их приспособительная роль изучена очень мало. Можно предположить, что они имеют непосредственный выход лишь в инстинктивное поведение, обеспечивая различие стимулов, выполняющих роль пусковых сигналов, и имеют очень ограниченные возможности регуляции активного поискового поведения.

Когда же мы рассматриваем взаимоотношения натуральных и прижизненно складывающихся форм моделирования стимулов в развитых актах восприятия, то первые, по-видимому, маскируются более сложными формами и, как правило, не могут выполнять своей адаптивной, ориентирующей роли самостоятельно. Наличие естественных, врожденных механизмов для выделения тех или иных свойств окружающего мира вовсе не означает, что в развитых процессах восприятия эти свойства выделяются только с их помощью. Правда, не исключается возможность того, что эти формы моделирования стимулов регулируют простые формы поведения, не обязательно связанные с участием высших уровней нервной системы (так называемые рефлексы с коротким латентным периодом, например, мигание, которое происходит через 35—40 мсек после громкого щелчка и т. п.). Возможно также, что за счет этих форм моделирования осуществляется различие частоты и интенсивности звуков животными, у которых удалена слуховая кора. Интересно, что по поводу этих фактов У. Розенблит (1961) замечает, что нервная система животных обладает гибкостью, достаточной для осуществления некоторых элементарных актов различения разными способами.

Для дальнейшего нам важно подчеркнуть, что эти формы моделирования осуществляют пусковую функцию врожденных форм поведения, имеющего минимум разнообразия (или минимум степеней свободы).

Именно на этом основании выше уже выразилось сомнение в правомерности сопоставления данных, полученных на изолированной сетчатке с данными, полученными в тахистоскопических экспериментах с людьми (Глезер, 1963). Аналогичное сомнение вызывает и сопоставление механизма подчеркивания контуров глазом мечехвоста с явлением, известным в литературе под названием «полосы Маха» (светлые и темные полосы, окаймляющие область полутени). По поводу этих аналогий уместно вспомнить замечание Хебба (1958) о том, что большой мозг, как и большое государство, не может просто делать простые вещи. Разумеется, заманчиво ограничить проблемы восприятия лишь изучением натуральных форм моделирования, но для развитого восприятия они оказываются действительно «сырым материалом», своего рода готовностью к восприятию, но еще не самим восприятием. В этом смысле представители гештальт-психологии справедливо указывают на

необходимость организации. Однако вопрос состоит в не в том, нужна или не нужна организация, а какова природа этой организации. Гештальт-психология настаивала на физической природе организации. С нашей точки зрения, следует говорить о деятельности субъекта как о том, что «организует стимулы».

Таким образом натуральные формы моделирования могут служить лишь предпосылкой возникновения перцептивных процессов. Можно предположить, что именно они являются теми исходными предпосылками восприятия, которые стремились найти исследователи, говорившие о чистой стимуляции, ощущении, визуальном поле и т. п. с той лишь оговоркой, что их вряд ли можно назвать ощущениями, поскольку они непосредственно не осуществляют регуляцию поведения. Эти формы преобразования или моделирования стимулов не требуют и сенсорного обучения.

В дальнейшем под перцептивными процессами или процессами восприятия мы будем понимать такие формы преобразования стимулов, которые возникают в результате сенсорного обучения.

Сенсорное обучение

Концепция сенсорного обучения, т. е. концепция формируемости перцептивных действий, получила в последние годы новую аргументацию. В качестве примера приведем рассуждение Дж. Платта о преадресованных и неадресованных мозаичных рецепторах: «В преадресованной системе у каждого рецепторного элемента есть совершенно определенный и пространственный и сетевой адреса. Ее элемент однозначно и постоянно соединен с решающей сетью, причем эта связь возникает еще до того, как сеть начинает функционировать. В неадресованной системе может оказаться необходимым определение пространственного или сетевого адреса элемента, или обоих адресов вместе уже после начала процесса. Это, вероятно, и определяет различие между глазом насекомого и человека» (Платт, 1960, стр. 363).

Далее автор пишет, что существование неслучайной биохимической системы из 10^8 элементов, распределенных на нескольких квадратных сантиметрах сетчатки с отклонениями от требуемого положения, не превышающими 1 мк, кажется совершенно невероятным. Во всяком случае, задание этой схемы хромосомами совершенно невозможно. На этом основании Платт считает, что сетчатка глаза человека представляет собой генетически неадресованную систему, и предполагает процесс прижизненного установления адресов, иными словами, процесс сенсорного обучения или прижизненного формирования перцептивных действий.

Рассуждения Платта можно рассматривать как одно из возможных оснований необходимости сенсорного обучения. Существуют также и другие доказательства.

Ограниченность приспособительной роли натуральных форм моделирования обнаруживается в том, что в процессе индивидуального развития очень быстро на их основе надстраиваются перцептивные операции, о которых речь будет идти ниже.

Несколько упрощая, можно поставить вопрос так. Если уже сетчатка может выделять простейшие конфигурации, то почему для усвоения, различения, опознания и воспроизведения этих конфигураций требуется процесс сенсорного научения, специальная работа зрительной системы, да и не только ее одной? Поскольку далеко не все

исследователи придерживаются взгляда на восприятие как на развивающийся процесс, следует хотя бы кратко остановиться на системе фактов, доказывающих необходимость сенсорного обучения и развития. Проблема сенсорного обучения непосредственно связана с рассматривавшимся вопросом об исходных стадиях в развитии восприятия. При анализе исследований, посвященных сенсорному обучению, может оказаться, что некоторые виды восприятия, которые интроспективно кажутся врожденными или исходными, в действительности являются результатом обучения. Прежде чем излагать относящиеся к этой проблеме исследования, нужно сказать следующее. Сенсорное обучение необходимо с нашей точки зрения в той мере, в какой необходимы приобретенные, а не врожденные, формы поведения. Ведь нелепо предполагать, что исполнительные механизмы или акты поведения усваиваются, а ориентиры этих актов даны заранее. Перцептивные процессы прочерчивают маршрут будущих исполнительных актов, и их формирование является неотъемлемой частью формирования движений, действий, навыков. Это положение непосредственно вытекает из исследований А. В. Запорожца о развитии произвольных движений и формировании двигательных навыков (1960). В работах Запорожца и его сотрудников предметом тщательного изучения стала ориентировочно-исследовательская деятельность субъекта, предваряющая его исполнительскую деятельность. Внутри этих работ были подготовлены и начали развиваться взгляды на восприятие как на особое перцептивное действие. Однако на первых порах из этого цикла исследований выпал вопрос о существовании врожденных форм перцепции и их взаимоотношениях с прижизненно складывающимися перцептивными действиями. Не подвергался обсуждению этот вопрос и в работах А. Н. Леонтьева (1959), который настаивает на том, что механизмы чувственного отражения являются результатом усвоения, прижизненного формирования функциональных систем или органов.

В ряде исследований было показано, что как животные, так и люди приобретают перцептивный опыт. Например, Ризен (1950) показал, что у шимпанзе, лишенных зрительной стимуляции в течение шести месяцев после рождения, длительное время после этого наблюдались трудности в прослеживании движущихся объектов, в бинокулярной фиксации, а соответственно в выработке дифференцировок форм. Известны сходные с этими факты о зрении слепорожденных, которым в зрелом возрасте удалена катаракта. Первое время эти люди живут как бы в бесструктурной, неоформленной среде.

Эти факты достаточно хорошо известны. Однако современные представители гештальт-психологии ссылаются на возможность их двухсмысленной интерпретации, т. е. как в пользу сенсорного обучения, так и против него. Этому, в частности, способствует методическая небрежность, с которой проводил опыты наиболее часто цитируемый Зенден (1932).

К фактам сенсорного обучения относится развитие профессиональных видов чувствительности, развитие восприятия у детей, исчезновение эффекта искажения видимого мира после адаптации к искажающим очкам, равно как и ухудшение восприятия, возникающее в результате сенсорной изоляции. Однако эти факты не получали должной теоретической оценки. Так, Хебб, в концепции которого сенсорное обучение является едва ли не центральным понятием, принимает тезис гештальт-психологии о том, что имеется врожденный механизм выделения фигуры из фона, а также врожденные акты простейшей категоризации.

В качестве аргумента в пользу сенсорного обучения можно привести рассуждение В. Д. Глезера и И. И. Цуккермана.

Если допустить, что зрительная система не извлекает информацию из изображений, а лишь переносит их из одного места в другое и записывает на каком-либо накопителе, то через зрительную систему будет доставляться в этом случае около 1 млн. отсчетов яркости элементов изображения за время порядка 0,1 сек. Уже через несколько минут число таких отсчетов достигло бы величины нескольких миллиардов и превысило бы число нейронов в коре больших полушарий головного мозга (1961, стр. 89). Следовательно, необученная сенсорная система, получая огромное количество информации, остается слепой, так как она не имеет критериев выделения полезных сигналов из шума. Прижизненно складывающиеся перцептивные действия представляют собой не что иное, как способы преобразования информации, направленные на выделение той ее части, которая адекватна жизненным задачам организма.

Возникает вопрос, каким образом происходит научение или определение адресов. Рассмотрим это на примере восприятия формы. Естественно, что тип преобразований, которые необходимо произвести с материалом, в значительной степени определяется особенностями последнего.

Наиболее информативным признаком, который нужно выделить при ознакомлении с формой, является контур¹.

Выше уже шла речь о том, что благодаря микродвижениям и явлению физиологического контраста глаз может выделять границы объектов (контур и мелкие детали). Если предположить, что необученная зрительная система хаотически пересекает контур объекта по всем направлениям с целью его запоминания, то даже если она сделает бесконечное число пересечений, запоминания формы не произойдет. Поэтому такая зрительная система должна быть способна не только выделять границы между «объектом» и «фоном», она должна научиться выделять границу и следовать по ней. Это осуществляется посредством движений глаза, которые как бы вторично выделяют контур и являются необходимым условием создания внутренней модели, образа формы предмета. Без движений глаз невозможно и возникновение целостности восприятия формы. При этом контур объекта является наиболее информативным признаком, соответствующим задаче.

Казалось бы естественным именно так представить себе обучение зрительной системы восприятию форм. Однако, как показывают эксперименты, ознакомлению с формой предшествует еще один вид ознакомления по видимости более простой, но значительно менее ясный по механизму, по составу операций и по содержанию выделяемого в объекте. Для описания этой стадии необходимо обратиться к онтогенезу восприятия формы. Многим исследователям (Фолькельт, 1930; Линг, 1942; Л. А. Венгер, 1962 и др.) удавалось сформировать у младенцев 3—6 месяцев способность различать такие формы, как овал, крест, круг, треугольник, квадрат и т. д. Дети этого возраста еще не могут обегать взором контур предмета. По наблюдениям, движения глаз у младенцев носят еще установочный или сопровождающий характер. Тем более остро встает вопрос о природе этого способа различения и дифференцировки, о том, на что ориентируется ребенок в пред-

¹ С психологической точки зрения контур и форма различаются тем, что контур — это граница между двумя разноосвещенными поверхностями, тогда как форма — это признак предмета, и ее восприятие невозможно до возникновения предметности как специального свойства восприятия, о котором речь будет ниже.

мете: на отдельные его свойства или на комплекс признаков. Здесь существенно отметить два момента.

Во-первых, различение форм происходит не сразу, не симультанно, как представляет себе это гештальт-психология, а требует довольно длительного времени.

Во-вторых, это различение формы нельзя объяснить лишь натуральными способами моделирования. Последние, какими бы они сложными не были, не могут обеспечить восприятию такого качества, как предметность. Это качество восприятия обычно подчеркивается во многих определениях восприятия, но изучением возникновения предметности восприятия детально не занимались.

Предметность восприятия

Предметность восприятия выражается в так называемом акте объективации, т. е. отнесении сведений, получаемых из внешнего мира, к этому миру. Без такого отнесения восприятие не может выполнять свою ориентирующую и регуляторную функции. Логически рассуждая, можно предположить, что условием возникновения акта объективации должно быть возникновение операции обнаружения объекта, существующего вне индивида.

Это качество восприятия, так же как и качества пространства, времени, формы, нельзя признать врожденным. Должна существовать некоторая система операций, которая обеспечивает субъекту «открытие» этого качества вещей.

Можно согласиться с философами и психологами, которые придавали решающую роль в открытии этого качества осязанию (Аристотель, Эвклид, Кондильяк, а в XIX в. Сеченов и др.). Когда осязание рассматривалось как ведущее чувство и «учитель» всех остальных, имелась в виду именно эта его особенность. Для понимания природы предметности восприятия необходимо обратиться к анализу первых манипулятивных и исполнительных действий ребенка, которые возникают раньше собственно перцептивных действий, а некоторые из них, такие, как хватательные рефлексы и сосание, являются врожденными.

С проблемой возникновения предметности связано также решение вопроса о взаимоотношении действия и образа, наиболее остро поставленного Л. М. Веккером (1959), который возражает против положения о том, что исходные формы психического отражения невозможны без активной деятельности. Он аргументирует это следующим образом: раз психические процессы выступают в качестве регуляторов деятельности, то исходные формы психического отражения не могут иметь эту активную деятельность своим необходимым условием.

С известной мерой гипотетичности можно предположить, что операция обнаружения объекта в ее первоначальной форме является результатом особой деятельности, не имеющей специфически перцептивного характера. Этот тип обнаружения объекта происходит внутри практической деятельности, целиком детерминируемой предметом.

Такое обнаружение не является еще специально перцептивной операцией, детерминируемой той или иной задачей. С этой точки зрения представляют интерес первые исполнительные действия ребенка (например, сосание). По-видимому, механизмы, осуществляющие первые исполнительные акты, складываются прежде специальных перцептивных систем и регулируются натуральными формами моделирования. Существенная особенность указанного первого акта обнаружения

состоит в том, что оно не является результатом активного поиска объекта, а возникает в принудительном столкновении с ним. На этой стадии движения, например, рук или губ младенца еще не являются собственно гностическими движениями. Это исполнительные, практические действия, требующие не столько отражения свойств объекта, сколько наличия самого объекта. Эти формы действия начинают осуществляться независимо от конкретных свойств стимула, т. е. в ответ на разные свойства стимулов начинается реализация специфического исполнительного акта. Осуществление этих актов в качестве своего побочного продукта дает и некоторый познавательный эффект. Этот тип обнаружения не содержит еще существенных особенностей восприятия, однако в нем имеется нечто, что готовит психологические предпосылки для возникновения перцептивных процессов. Наиболее важным в этой подготовке является выделение предмета будущего восприятия, иными словами, «открытие» предметности мира. Таким образом, исходная операция восприятия — обнаружение объекта возникает в системе исполнительной деятельности, которая открывает индивиду предметность мира, в частности то, что источник удовлетворения потребностей находится вне его. Качества этой предметности, категории и все прочее еще не открыты, и эти открытия должны быть сделаны. При этом степень приоткрывания занавеса, за которым находится мир, достаточно жестко детерминирована типом деятельности, требующейся для приспособления данному виду особей.

Предметность как качество восприятия играет особую роль не только в регуляции поведения, но и в дальнейшем формировании самих процессов восприятия. Отнесение сведений, получаемых из внешнего мира, к этому миру обеспечивает контроль адекватности восприятия. Когда возникает расхождение между внешним миром и его отражением (в смысле полноты или адекватности), это сказывается на эффективности приспособления и субъект вынужден искать новые способы восприятия, новые способы преобразования стимулов, обеспечивающих более правильное отражение. Таким образом, приспособительное или практическое действие корректирует ошибки восприятия. Это качество восприятия игнорируется при попытках моделирования перцептивных или опознавательных процессов. Мне известен лишь один случай осознания важности этой проблемы для создания воспринимающих устройств. С. Бир (1960) считает, что подобные устройства должны «читать» не в тривиальном смысле обеспечения выходных сигналов в цифровой форме, а как *отображение себя во внешнюю ситуацию*, из которой сигналы обратной связи могли бы быть переданы на входы. Поэтому Бир с полным основанием пишет, что основные трудности создания перцептронов состоят не в прагматическом решении проблемы конструктабельности, а в логической структуре самого аналогового устройства. Моделью для построения таких логических структур служат довольно детально разработанные теории восприятия формы. Для М. М. Бонгарда (1962) это теории В. Д. Глезера и А. Л. Бызова; Ур (1963) такими теориями считает теории Сазерленда, Хассенштейна и Дейча. Но перечисленные теории действительны лишь для низших организмов или для начальных этапов развитых форм восприятия. Эти теории объясняют лишь натуральные формы моделирования, и они очень сходны с программами опознавания образов, составляемыми для эвм. Известно, что попытка использовать для моделирования более широкие физиологические теории Хебба и Халла не увенчались успехом. Что касается психологических теорий, то, по мнению Ура, ни одна из них не может пока быть использована для этих целей.

Возвращаясь к фактам различения младенцами форм, можно сказать, что даже эти казалось бы элементарные процессы в развитии восприятия не являются исходными. Предварительно суммируя изложенное, можно представить исходные предпосылки возникновения перцептивных процессов следующим образом. Врожденные натуральные формы моделирования осуществляют неспецифическую регуляцию готовых от рождения исполнительных действий. (Порядок формирования последних в пренатальном периоде описан, например, у Аршавского И. А. (1961).) В процессе осуществления последних «открывается» предметность мира и формируется операция обнаружения и элементарные формы различения. Эти операции, в свою очередь, начинают более специфическим образом регулировать осуществление исполнительных актов, в частности, на их основе складываются формы поискового поведения.

Формы различения, подобные описанным выше, имеются и в слуховом восприятии. У детей очень рано формируется фонематический слух, различение звуковой формы отдельных слов. Но, по наблюдениям многих авторов (см. об этом подробнее в работе Д. Б. Элькониной (1962)), они очень долго не могут отчетливо выделять отдельные звуки в слове, т. е. производить звуковой анализ слова. Следовательно, при различении и опознавании слов ориентировка осуществляется на еще не дифференцируемый звуковой комплекс. Можно предположить, что различение основано на комплексе признаков разных модальностей. Однако возможно, что эти признаки совершенно иные по сравнению с ориентирами, выделяемыми на более поздних стадиях развития восприятия. Обычно исследователи предполагают, что элементарные акты различения основаны на таких признаках, как форма, цвет, величина, фактура и т. п. Эти признаки, по существу, являются продуктом последующего расчленения. Оно уже имеет дело с объектом, который, условно говоря, поставляет мышлению восприятие, аналогично тому, как практическое действие поставляет объект восприятию. Поэтому логично предположить, что элементарные формы различения имеют дело со своим сенсорным содержанием, которое не совпадает с признаками, выделенными в результате перцептивно-операторного расчленения. В этом пункте уместно ввести понятие оперативной единицы восприятия, под которым следует понимать содержание, выделяемое субъектом при выполнении той или иной перцептивной задачи. Такими единицами могут стать, например, градации яркости, очертания, другие признаки предметов или их комплексы, целые предметы, и, наконец, совокупности предметов и отношения между ними.

Еще раз возвращаясь к элементарным формам различения, нужно сказать, что пока нет достоверных данных о том, что представляют собой оперативные единицы восприятия на этой стадии. Можно лишь с уверенностью сказать, что это стадия комплекса свойств или признаков объекта. Это доказывается тем, что предъявление ребенку критического или опорного отдельно взятого признака объекта не обеспечивает адекватного опознания, как это имеет место у взрослых наблюдателей. Невозможно на этой стадии и воспроизведение зрительных форм. Такое понимание не совпадает с точкой зрения гештальт-психологии о том, что исходной формой восприятия является выделение фигуры из фона. Исходные формы восприятия следует искать в недрах практических, исполнительных действий. С точки зрения многих исследований, проведенных в советской психологии, такая трактовка генезиса предметности как результата практического действия не является неожиданной. По-видимому, настало время придать должное значение

принципу формирования новых способов действия в недрах старых способов. Способы учения подготавливаются в игре, способы произвольной памяти складываются в практической и познавательной деятельности и т. д.

Предметные формы моделирования

Значение предметных действий не ограничивается тем, что в них формируется первая операция восприятия — обнаружение объекта. В индивидуальном развитии ребенка перцептивный опыт довольно долго — до середины или даже до конца дошкольного детства приобретает в практических, предметных действиях. Последние направлены на достижение определенного результата. Ознакомление с некоторыми особенностями предмета выступает как побочный продукт практического действия с вещами.

Изучением предметных форм моделирования в последние годы интенсивно занимается А. В. Запорожец и его сотрудники (Л. А. Венгер, Т. В. Ендовицкая, З. М. Богуславская, Т. В. Репина и др.). Для понимания роли предметных действий и развития восприятия важно отметить следующее.

Всякое предметное действие разворачивается во времени и имеет пространственную организацию, поэтому перцептивные эффекты предметных действий являются результатом развернутых сукцессивных процессов. Для адекватного выполнения предметных действий необходимо выделение и учет отдельных признаков предмета. Поэтому в предметном действии начинают формироваться такие операции, как выделение и анализ признаков. Существенным для предметных действий является также то, что результаты анализа непосредственно подтверждаются в процессе осуществления действия, т. е. в самом действии присутствует критерий его эффективности, критерий адекватности выделенных свойств и признаков предмета. Исследования процессов латентного обучения и произвольного запоминания (П. И. Зинченко, 1961) показывают, что в предметных действиях выделяются не только те признаки и свойства предметов, без которых невозможно их осуществление. Результаты ознакомления сплошь и рядом оказываются шире непосредственных нужд практического действия, что позволяет приспосабливаться к меняющимся условиям. Это своего рода резервирование перцептивного опыта, которое сказывается в том, что формируется ряд избыточных потенциальных команд. Это ставит задачу адекватного выбора одной из них. (По Мак-Каллоку избыточность потенциальных команд является следствием способности любого скопления ганглиозных клеток играть центральную роль в любой нервной сети и способности свободно изменять положение этого центра. Трудно сказать, насколько основательна гипотеза Мак-Каллока с физиологической точки зрения, но проблема выбора адекватной команды заслуживает исследования и с психологической точки зрения.)

Однако практическое действие вовсе не всегда дает высокий познавательный эффект, хотя на определенных стадиях развития познавательная эффективность практических действий значительно выше, чем формирующихся перцептивных действий.

На основе практического действия с объектом строится опознавательное действие. Оно опирается на ориентиры, опорные точки, выделенные в процессе осуществления практического действия. Вместе с тем выделенных ориентиров не всегда бывает достаточно для адекват-

ного опознания и тем более для воспроизведения объекта. Полнота ознакомления с объектом детерминирована задачей, решаемой практическим действием. Задача действия определяет также и признаки, выделяемые в объекте. Более полную характеристику роли практического действия в развитии восприятия можно найти в работах указанных выше авторов, а также в наших работах (1959—1962).

В силу ограниченного познавательного эффекта практических действий из них начинает выделяться система перцептивных действий, специально направленных на ознакомление с объектом. В книге А. В. Запорожца (1960) приведена убедительная система доказательств генетического родства практических и перцептивных действий. Процесс отпочкования перцептивных действий от практических служил предметом специального изучения в работах Н. П. Подьякова (1961). Он наблюдал превращение практических действий в практически-пробующие и последних в собственно ориентировочные и перцептивные действия.

Перцептивные операции и действия

Характеристику перцептивных действий, которая будет дана ниже, мы получили, изучая процессы восприятия формы. Возможно, что наш анализ будет применим и для других видов восприятия. Однако для проверки этого требуется специальная работа.

В предшествующем изложении мы выделили в качестве первой операции восприятия операцию обнаружения объекта. Этот вид обнаружения не следует смешивать с двумя другими видами обнаружения, а именно: с обнаружением, осуществляющимся посредством активного поиска на основе поискового образа, и с обнаружением — опознанием. Об этих двух видах обнаружения речь будет идти далее. Пока мы будем говорить об операциях восприятия, которые совершаются при предъявлении незнакомых предметов.

При изучении процессов восприятия мы пользовались кинорегистрацией движений глаз. Обзоры методов регистрации, видов и функций движений глаз, собственная методика и результаты исследований опубликованы в ряде статей (1956; 1958; 1960; 1962). Накладывая траектории движений глаза на предъявлявшийся наблюдателю объект, мы судили о том, что выделяет наблюдатель в процессе рассматривания. Возникает вопрос, насколько адекватна траектория движений глаза для такого суждения. В литературе о восприятии имеются данные как в пользу избранного индикатора, так и против него.

Достаточно хорошо известны многочисленные записи движений глаз при рассматривании различных объектов. По некоторым даже можно узнать рассматривавшийся объект. Такова, например, запись движений глаза наблюдателя, рассматривающего голову Нефертити (запись А. Л. Ярбуса). В то же время наблюдатель может легко узнать эту скульптуру при предъявлении ее на несколько сотых секунды, т. е. на время, за которое не успеют совершиться движения глаз. Для чего движутся глаза в первом случае, если восприятие может произойти и без них? Трудно предположить, что природа создала сложный механизм, управляющий глазодвигательным поведением и осуществляющий его, только для того, чтобы наблюдатель, у которого много свободного времени, очерчивал взором контуры видимых предметов и не пользовался им в условиях дефицита времени. Возникает вопрос о том, какую роль играют движения глаз в восприятии и что собой представляет способность мгновенного видения, «фотографирования»

предметов? Как совместимы сукцессивность и симультанность — свойства зрительного восприятия?

Несостоятельность аналогий между глазом и фото- или киноаппаратом, посылающим в мозг серии моментальных снимков, отмечалась неоднократно. При этом, как правило, ссылались на участие моторных компонентов в осязательном и зрительном восприятии. Не случайно Олпорт (1955) писал, что движения глаза — это проклятие для гештальт-психологии, представители которой настаивали на симультанности зрительного восприятия. Несмотря на это, традиционная концепция зрительного восприятия долгое время оставалась почти неизменной.

Понимание восприятия как особого действия начало складываться в цикле работ А. В. Запорожца (1960) и его сотрудников, посвященных изучению роли ориентировочно-исследовательской деятельности в развитии произвольных движений и формировании двигательных навыков. Четко этот подход к восприятию сформулировал А. Н. Леонтьев (1959). Он выдвинул гипотезу «уподобления», основной смысл которой состоит в том, что процессы в эфферентных звеньях воспринимающих систем воспроизводят свойства объектов и, уподобляясь последним, приводят к «снятию слепок», к их адекватному отражению.

В работе В. П. Зинченко и Б. Ф. Ломова (1960) была проведена классификация функций движений руки и глаза в процессах восприятия. Выделены функции поиска объекта, установки рецептора, построения образа, измерения, контроля и коррекции. Все это свидетельствует о том, что движения глаз являются достаточно надежным индикатором для исследований операций зрительного восприятия. Более того, как мы постараемся показать, именно данные о динамике глазо-двигательного поведения помогают разрешить проблему сукцессивности и симультанности.

Опишем более подробно, каким образом происходит научение восприятию формы у детей дошкольного возраста. Оговоримся, что все дети дошкольного возраста умеют различать те или иные формы предметов. Поэтому в качестве показателя ознакомления с формой использовалось не различение, а опознание или воспроизведение. Использовался также интересенсорный перенос. Для того чтобы выполнить эти задачи, необходимо выделить и ознакомиться с наиболее информативным, с точки зрения данной задачи, признаком объекта. В нашем случае таким признаком фигур бесспорно является контур предмета. Оказалось, что восприятие фигур у младших дошкольников вовсе не начиналось с выделения и обследования контура, хотя они, несомненно, уже могли выделять относительно простые фигуры из фона, видели границу между объектом и фоном и даже могли точно проследить глазом за движущейся по контуру указкой. И тем не менее самостоятельно они не выделяли контур фигуры в качестве ее наиболее информативного содержания. Для этого требовался анализ ряда признаков и выделение среди них наиболее существенного для данной задачи. Дети действительно как бы опробовали разные признаки, выбирали отдельные характерные детали фигуры; возможно, ориентировались на ее размеры и т. п. И лишь тогда, когда оказывалось, что ознакомление с этими признаками не приводит к успешному опознанию, они выделяли контур предмета и детально знакомились с ним.

Следовательно, второй операцией восприятия является операция выделения наиболее информативного содержания для решения данной задачи. На этой стадии у детей наблюдаются хаотические движения глаз. Постепенно у наблюдателя складывается умение выделять дан-

ное перцептивное содержание, работать с данной оперативной единицей, и эта операция как бы исчезает, начиная занимать микроинтервалы времени. Пока трудно провести определенную грань между операциями обнаружения и выделения. Возможность обнаружения отдельных признаков в объекте заложена в анатомо-физиологической структуре воспринимающих аппаратов. Что касается выделения этих свойств как соответствующих задаче ознакомления, то эта операция требует специального научения. Приобретенное умение используется не только для решения той задачи, в которой оно сформировалось, но и для решения других подобных задач. В случае, если новая задача требует ориентировки на другое содержание, операция выделения возникает снова и продолжается до тех пор, пока оно не будет найдено.

Описанные операции обнаружения и выделения перцептивного содержания наименее изучены. Они, как правило, ускользают из поля зрения исследователей, имеющих дело с опытными наблюдателями. Даже в тех случаях, когда наблюдатель имеет дело с новым для него материалом, исследователи не подвергают тщательному анализу процессы тренировки и сенсорного обучения, в которых довольно отчетливо выступает, например, операция выделения перцептивного содержания, адекватного задаче. Имеется много профессий, в которых наблюдателю приходится отыскивать специфическое для решения той или иной задачи содержание и выделять из огромного числа признаков наиболее информативные и адекватные стоящей перед ним цели действия. Формирование навыка чтения топографических карт и дешифрирования аэроснимков — довольно яркий, но не единственный пример такой деятельности, в которой отчетливо наблюдается операция выделения. Именно с этой операции начинается формирование перцептивного акта, операции ознакомления. Выделение перцептивного содержания можно значительно ускорить специальной организацией сенсорного обучения. Во многих случаях это делается, но не всегда сознательно и планомерно. Большей частью обучающийся просто смотрит за результатами действий опытного наблюдателя и путем проб и ошибок постепенно научается выделять это содержание и строить свое перцептивное действие. Иногда и опытный наблюдатель не может сказать, на основании каких признаков он выделяет полезный сигнал из шума или производит идентификацию сигналов. При этом признаки, на которые ориентируются разные наблюдатели при решении одной и той же задачи, могут не совпадать.

Различие между операциями обнаружения и выделения состоит, по-видимому, в том, что наблюдатель потенциально может обнаружить и реально обнаруживает разные свойства предметов — цвет, величину, форму и т. д. Но в процессе ознакомления с объектом, обнаруживая ряд его свойств, он начинает выделять одно или небольшое число свойств в качестве наиболее информативных. Иными словами, он превращает некоторые свойства предметов (или комплексы свойств) в оперативные единицы восприятия. Этот процесс опробования или проверки информативной ценности отдельных свойств может осознаваться в большей или меньшей степени. Обнаруженные, но не выделенные в качестве оперативных единиц признаки предметов могут сохраняться в памяти наблюдателя, а могут и стираться. Подход к проблеме определения разности между обнаруженными и выделенными свойствами предметов намечен в упоминавшемся выше исследовании Сперлинга (1960). В нем, правда, речь шла не о разных свойствах предметов, а о количестве однородных предметов, которые сохраняются наблюдателем после предъявления. Сперлинг доказал, что наблюдатель обна-

руживает во время тахистоскопического предъявления значительно большее число объектов, чем выделяет и запоминает. В ряде работ последних лет (Эриксен, 1953; Браун, 1959; Филонов, 1962 и др.) ставится вопрос о числе признаков, которыми пользуется наблюдатель при различении и опознании. Но в этих работах авторы не подвергли специальному изучению процесс выделения этих признаков.

У многих исследователей имеется тенденция рассматривать выделение признаков как нечто само собой разумеющееся, не требующее специальных усилий и действий. Именно этим можно объяснить наивную постановку вопроса о том, какие свойства выделяются раньше в индивидуальном развитии восприятия — цвет или форма. В работе З. М. Богуславской (1958) было показано, что последовательность выделения тех или иных свойств диктуется задачей восприятия.

Недостаточная изученность операции выделения создает трудности и в конструировании воспринимающих и опознающих устройств. Как правило, в программе и в конструкции таких устройств содержится не только возможность обнаружения, но и заранее указывается наиболее информативное перцептивное содержание. Так обстоит дело в читающих автоматах, которым не приходится в процессе обучения или самообучения устанавливать, что именно контур, а не площадь, толщина линий или цвет представляет собой наиболее информативный признак буквы. Таким образом, задача выделения с них снимается. В этих случаях машины справляются (хотя и не очень успешно) лишь с задачами ознакомления и опознания.

Следующей операцией восприятия является ознакомление с уже выделенным перцептивным содержанием. Этот процесс значительно более организован по сравнению с первым. Имеется определенная динамика развития приемов и способов ознакомления с теми или иными признаками объектов. Записи движений глаз на фазе ознакомления с уже выделенным перцептивным содержанием, если таковым является очертание предмета, показывают, что глаз движется по контуру и почти отсутствуют движения по полю фигуры. Глаз строит образ, внутреннюю модель формы рассматриваемого объекта. Развернутость во времени, сукцессивность являются характерными чертами ознакомительного действия. Это действие не остается неизменным. Постепенно совершенствуются способы обследования, формируются обобщенные схемы перцептивного действия, в которых собственно ознакомительные компоненты начинают переплетаться с опознавательными. Способы ознакомления становятся все более экономными и эффективными.

Опознавательные действия

В результате осуществления операций обнаружения, выделения информативного содержания и ознакомления складывается образ предмета. Когда он сложился, возможно осуществление опознавательного (и репродуктивного) действия. Однако в этом случае опознавательное действие опирается на иную систему ориентиров и признаков, по сравнению с теми, которые использовались в опознании, сложившемся в результате практического действия. Когда шла речь об ознакомлении или обследовании, то имелись в виду действия наблюдателя при первом предъявлении объекта. При последующих его предъявлениях наблюдатель уже вносит нечто из своего прошлого опыта, сопоставляет образ, сложившийся в результате ознакомления с наличным стимулом. Для опознания обязательно сличение и идентификация. Если не учи-

тывать влияния забывания, то эффективность опознания определяется предшествующим процессом — процессом ознакомления. При большом числе существенных признаков в объекте процесс сличения осуществляется по элементам и длится тем дольше, чем больше таких признаков в объекте и его модели, созданной при ознакомлении. Этому соответствует детальное и как бы повторное рассматривание объекта, в процессе которого совершаются многочисленные движения глаз. Но опознавательное действие не всегда совершается таким образом. По мере ознакомления с объектом наблюдатель выделяет в нем новые признаки, группирует их, часть из первоначально выделенных признаков отсеивает. Это значительно сокращает процесс идентификации. Значительная часть информации, содержащейся в объекте, становится избыточной и не используется при опознании. В результате группировки, объединения многих признаков наблюдатель научается видеть предмет как нечто целое. Предмет может узнаваться как «в лицо», так и по отдельным признакам, когда другие скрыты от наблюдателя. На этой фазе опознание происходит практически мгновенно, без выключения гностическую функцию макродвижений глаз и с высокой точностью. Взрослый человек узнает, видит окружающее практически симультанно. Однако это умение сложилось в результате предварительного опыта, научения. При этом возможности совершенствования и развития перцептивных действий настолько велики, что исследователю приходится либо искусственно замедлять их протекание, либо обращаться к патологическому или детскому материалу. Именно поэтому глаз сравнивался то с камерой-обскурой, то с фотоаппаратом, то с рапидным киноаппаратом, и поэтому долгое время существовало представление об изначальной симультанности зрительного восприятия. Симультанно может быть опознание, но не построение образа.

В этой связи следует вернуться к гипотезе уподобления, предложенной А. Н. Леонтьевым. Соотносится ли она с операциями, о которых шла речь?

Если мы попытаемся формально наложить на эмпирические наблюдения и экспериментальные факты (в том числе и изложенные выше) теоретическую схему Леонтьева, то мы увидим, что, во-первых, уподобление отсутствует на начальных этапах развития осознания и зрения. Это совершенно понятно, так как оно еще должно быть построено. Как рука, так и глаз должны еще научиться «липнуть» к предмету, не срывать с него и не теряться в отдельных его элементах. Перцептивному уподоблению предшествует, как мы видели, своеобразная форма манипулятивно-практического уподобления, при котором действие, например, руки непосредственно подчиняется особенностям объекта.

Во-вторых, уподобление видимым образом отсутствует также и в развитых формах осознания и зрения. Доказательством служат тахистоскопические исследования зрения, а также факты одномоментного осознания («одномоментный охват» по терминологии Б. Ф. Ломова, 1959). На этом этапе возможно симультанное восприятие, лишенное двигательных компонентов. Однако, как мы говорили об этом выше, симультанность восприятия может сформироваться лишь как продукт прежде развернутых «уподобительных» операций.

В предшествующем изложении была сделана попытка описать операции, обеспечивающие процесс уподобления. Это операции обнаружения, выделения информативного содержания и ознакомления с этим содержанием.

В результате осуществления перечисленных операций и склады-

вается образ предмета. В последнее время в качестве эквивалентных употребляются также понятия эталона, гипотезы, категории и т. п. Именно эти процессы построения образа часто не учитываются исследователями, и в литературе о восприятии (особенно последних лет) акцент ставится на процессах обнаружения и опознания. Существенной характеристикой того и другого является категоризация. При этом обнаружение рассматривается как отнесение сигнала к одной из двух категорий, а опознание — отнесение сигнала к одной из N категорий при условии, что $N > 2$ (Таннер, Свэтс, Бедзаль, 1960; Е. Н. Соколов, 1963). Такая характеристика процессов восприятия справедлива лишь для его развитых форм, когда наблюдатель имеет дело со знакомыми объектами. В этих случаях у наблюдателя имеется в памяти набор эталонов, с которыми сличается наличный стимул. Операция обнаружения действительно связана с опознанием, но рассмотрение ее лишь как частного случая опознания не вполне точно. Обнаружение предшествует опознанию так же, как оно предшествует построению образа. Более того, выделение адекватного информативного содержания также предшествует опознанию. Однако операции обнаружения и выделения, осуществляющиеся в составе опознавательного действия, практически сливаются с опознанием. Весь процесс может занимать микроинтервалы времени. Возникает важный с теоретической и практической точек зрения вопрос. За счет чего возможно симультанное опознание, какими механизмами оно осуществляется? Это, пожалуй, наиболее трудный пункт в изучении процессов восприятия и опознания. Именно этот пункт вызывает сомнения в применимости вероятностных методов в изучении восприятия.

Вероятностный подход к восприятию

В одной из наших работ (Зинченко и Тараканов, 1962) уже шла речь о том, что вероятностная теория восприятия не охватывает такие существенные операции, как выделение информативного содержания и ознакомление. Возникает вопрос, насколько адекватна вероятностная модель процессам опознания, в изучении которых она используется (Баран и Эстрин, 1960; Селфридж, 1956; Е. Н. Соколов, 1960; Таннер и др., 1960). Общим в подходе к опознанию с точки зрения указанных авторов является то, что оно представляется как последовательный статистический анализ. Е. Н. Соколов доказывает это, описывая протекание процесса опознания в ситуации искусственно созданной одноканальной системы — ощупывание одним пальцем. В этих условиях закономерность опознания описывается формулой обратных вероятностей Байеса. По поводу зрения Соколов пишет, что зрение — это система с огромным числом параллельных каналов. Поскольку в зрении опознание происходит быстро, трудно выяснить, какие же признаки достаточны для того, чтобы было достигнуто правильное опознание. Для нас важно отметить, что с помощью вероятностной модели описывается такой вид опознания, при котором обязательно поэлементное сличение признаков стимула и признаков эталона, записанного в памяти. Другое дело, что на основании одних признаков с большей вероятностью ожидается появление других или на основании одних признаков реконструируются другие. Именно к этим фактам и применяется теорема Байеса.

Существует и другая гипотеза о механизме опознания, основанная не на опробовании отдельных признаков, а на их преобразовании,

укрупнении. Эта гипотеза предполагает возможность преобразования некоторой совокупности выделенных признаков в комплекс, в целостный образ (Зинченко, 1961; Шехтер, 1961). Способы такого рода преобразования в настоящее время исследуются. Примером такого укрупнения и переработки признаков может служить процесс обучения чтению. Вначале обучающийся действует с отдельной буквой, выделяя в ней ее очертания, затем после усвоения алфавита единицей и предметом его действия становится целая буква, затем слоги, слова, отрывки фраз и, наконец, опытные чтецы могут схватывать смысл сразу целых абзацев. Выше уже шла речь о том, что в процессе такого обучения у наблюдателя формируются зрительные (или какие-либо другие) образы, которые становятся оперативными единицами восприятия. Смена оперативных единиц восприятия приводит и к смене способов, которыми осуществляются ознакомительные или опознавательные действия, так же как и к изменениям в продуктивности и скорости этих процессов. Поясним эту мысль примером. Если в качестве оперативных единиц зрительного восприятия принять градации яркости, то наблюдатель одновременно воспримет и сможет воспроизвести ничтожно малое число единиц по сравнению с теми, которые он сможет воспринять, если он будет оперировать не с градациями яркости, а скажем, с буквами, со словами или с какими-либо другими привычными предметами. Для такого сопоставления последние нужно также выразить в числе градаций яркости.

В связи с гипотезой о статистической природе восприятия необходимо принять во внимание, что в настоящее время различают два принципиально разных способа формирования высоких уровней управления: структурный и статистический. К высоким уровням управления относятся и перцептивные действия. С точки зрения А. А. Ляпунова (1962), структурный способ формирования высокого уровня управления позволяет сохранить то быстрое действие, которое определено исполнительными органами и низшим уровнем управления. Статистический способ формирования высшего уровня управления ведет к потере быстрого действия.

Следует учесть также, что фактам последовательного статистического анализа в процессе осознания, полученным Е. Н. Соколовым, можно противопоставить факты «одномоментного охвата», полученные Б. Ф. Ломовым (1959). Хотя последние можно рассматривать как случаи параллельного статистического анализа, но такая интерпретация нам представляется не вполне точной. Известны факты переориентировки испытуемых в процессе последовательных предъявлений стимулов для опознания. В одном из наших экспериментов испытуемые при опознавании вначале ощупывали контур, затем переходили к стадии одномоментного охвата фигуры, после чего различали фигуры без каких-либо движений руки, ориентируясь при этом на площадь фигур или на их вес. И при различных ориентирах (или оперативных единицах восприятия) процесс опознания протекал успешно. Для опознания оказывалось необязательным исследование всех признаков. Последнее начиналось лишь после ошибочного определения той или иной фигуры. Здесь мы переходим еще к одному доводу против вероятностной интерпретации природы опознания. Это возможность адекватного опознания при недостаточном числе статистически достоверных признаков и возможность адекватного опознания в условиях помех.

Таким образом, попытки создать вероятностную модель процессов восприятия и опознания, так же как и попытки раскрыть алгоритми-

ческую структуру восприятия (Парачев, 1963), пока исходят из того, что испытуемый работает с признаком одной модальности (в цитированных работах таким признаком был контур). В настоящее время трудно сказать, как происходит преобразование одного признака. Однако, учитывая возможность переориентировки на признаки других модальностей, можно предположить, что подобный процесс осуществляется и в пространстве одного признака. Об этом свидетельствует цикл работ М. С. Шехтера (1961, 1962), в которых показано, что одновременное узнавание нельзя объяснить простым сокращением опорных или критических точек и что оно не является скрытой формой успешивного узнавания, при котором процесс сличения автоматизирован и совершается очень быстро. Шехтер справедливо считает, что для опознавательного процесса весьма существенно сокращение большого числа признаков, каждый из которых необходимо обнаружить, прежде чем сличать с признаками эталона. Второе преимущество, вытекающее из сокращения числа признаков, связано с разгрузкой оперативной памяти, которая должна хранить промежуточные результаты сличения до тех пор, пока процесс сличения не закончится.

Это уменьшение числа признаков происходит не только за счет исключения некоторых из них, но в основном за счет синтезирования нескольких признаков в один, который в дальнейшем используется вместо нескольких. Опознавание объектов по таким укрупненным или целостным признакам исключительно рационально, так как процессы обнаружения и сличения нескольких признаков заменяются обнаружением и сличением одного признака. Шехтер называет эти признаки целостными, но они тем не менее воспринимаются наблюдателем не как комплекс или система признаков, а как простые, неразложимые элементарные единицы. Последнее, разумеется, не исключает того, что элементарные признаки могут быть расчленены. Но в опознавательном действии, однажды сложившись, они выступают как элементарные оперативные единицы, хотя по существу представляют собой структуры, включающие ряды признаков. Образующиеся структуры содержат новые отличительные признаки, которые иногда называют признаками конфигурации или гештальта. Одно из возможных объяснений механизма образования таких структур может состоять в том, что наблюдатель переходит к оперированию с другим алфавитом, меняет оперативные единицы восприятия. Так, в опытах Шехтера наблюдатель закономерно переходит от оперирования отдельными линиями к оперированию целыми фигурами. Несмотря на то, что последние состоят из многих линий, они включаются в другой алфавит, внутри которого они выступают как неразложимые, элементарные единицы. Их расчленение или расчленение приводит к тому, что они перестают быть элементами своего алфавита. Например, если расчленить букву *H* на три прямые, то она перестанет быть элементом буквенного алфавита, а ее части станут элементами алфавита отрезков прямых. Данные мозговой патологии могут служить иллюстрацией того, что наблюдатель в каждом отдельном случае действует с определенной системой оперативных единиц. Но если в норме наблюдатель легко может переходить от одной системы к другой, то при некоторых мозговых нарушениях эти переходы затруднены или невозможны. А. Р. Лурия (1962) описывает два типа нарушения чтения. При одном больные легко узнают отдельные буквы, но не могут объединять их в слове, при другом, — наоборот, больные легко читают целые слова, но оказываются не в состоянии прочесть отдельные буквы и слоги.

За счет организации отдельных стимулов в структуру увеличи-

вается пропускная способность наблюдателя, уменьшается время опознания и реакции. При этом, по-видимому, формируется механизм, с помощью которого отсеиваются дискретные, частичные признаки, использованные при построении структурных признаков. Примером этого может служить процесс построения осязательного образа, где существенную роль играет деформация кожи при соприкосновении руки с объектом. В исследовании Л. М. Веккера и Ю. Л. Лапе (1961) было показано, что фактура объекта (упругость, степень шероховатости и другие признаки) оказывают влияние на точность восприятия формы. Авторы пишут, что осязательный образ формы является результатом синтеза непрерывного множества элементов в предметную структуру. Но сами эти дискретные элементы не фиксируются в образе. В то же время есть основания предполагать наличие механизма усиления сформировавшихся структурных признаков.

Наиболее трудной задачей в изучении перцептивных и опознавательных действий является содержательная характеристика разных уровней оперативных единиц или структурных признаков. Трудность задачи усугубляется тем, что многие оперативные единицы формируются одновременно и являются в известной мере взаимозаменяемыми. Поэтому так сложен вопрос о критериях восприятия и поэтому выше шла речь о возможности опознания по «признаку *X*». В то же время не следует забывать, что смена оперативных единиц восприятия есть лишь внешне выраженный результат развития процессов восприятия. Пока наблюдатель действует с одним классом оперативных единиц, развитие восприятия и опознания происходит за счет автоматизации определенных способов обследования, выделения и сличения одних и тех же свойств стимулов. Но всякая автоматизация имеет свои пределы и данный тип развития оказывается исчерпанным. Второй предел внутри данного типа развития ставит оперативная память, имеющая ограниченный объем и пороговый характер, т. е. при ее переполнении процессы ознакомления, так же как и сличения, либо замедляются, либо прекращаются. Если же жизненные задачи требуют повышения продуктивности и скорости процессов восприятия, то это оказывается возможным лишь при условии смены данного способа новым, при условии переориентировки на новые признаки объектов или образования структур из ранее выделенных признаков. Вначале эта смена способов и соответственно оперативных единиц восприятия связана с падением его продуктивности. В детской психологии подобные факты достаточно хорошо известны. Ребенок отказывается от старого способа действия, а новый у него еще не сформировался. По мере формирования новый способ действия достаточно быстро достигает продуктивности старого способа и оставляет его позади.

Таким образом, формирование новых способов восприятия и новых оперативных единиц дает выигрыш в скорости восприятия и опознания, разгружает оперативную память наблюдателя, создает более благоприятные условия для предвосхищения и предсказания по сравнению с действующим на предыдущем уровне оперативных единиц.

Эти положения следует учитывать как при алгоритмизации процессов восприятия, так и при использовании той или иной математической модели для их описания, в частности модели, разработанной Байесом. Для этих целей недостаточно учитывать сокращение признаков, используемых наблюдателем. Необходимо раскрыть алгоритм приведения одного признака к другому или одной системы признаков к другой. Иными словами, необходимо раскрыть законы перехода от одной системы оперативных единиц восприятия к другой системе оперативных

единиц (от градаций яркости к контуру, от контура к форме, от формы к слову и т. п.).

Сказанное выше не означает, что такие характеристики, как вероятность появления сигнала, не учитываются наблюдателем. Существует взаимодействие структурных и статистических способов формирования перцептивных и опознавательных действий. Это взаимодействие проявляется в том, что наблюдатель не только выделяет и учитывает систему признаков сложного сигнала, но и фиксирует его статистическую структуру.

В качестве иллюстрации такого взаимодействия можно привести процесс формирования установки. Во время установочных предъявлений в процессе фиксирования установки у испытуемого складывается определенный эталон (например, объема, величины, веса, цвета и т. п.). В ряде исследований отчетливо обнаруживалась роль ориентировочно-исследовательской или перцептивной деятельности в формировании этого эталона, лежащего в основе проявления установки. При этом в создаваемом эталоне тем полнее отражались признаки установочных объектов, чем больше действовал с ними испытуемый. В процессе фиксирования установки помимо создания эталона происходило также и формирование субъективной (или априорной) вероятности появления данного установочного стимула. В результате последнего процесса и возникали в контрольных опытах иллюзии установки. Нужно сказать, что процессы создания эталонов и процессы фиксирования установки вовсе не всегда сопутствуют друг другу. В экспериментальной практике школы Д. Н. Узнадзе от испытуемых не требовалась специальная работа по созданию эталона. Им предъявлялись хорошо знакомые объекты. В работах А. В. Запорожца и его сотрудников, напротив, основное внимание уделялось процессу образования эталона при фиксировании установки. Работы школы Д. Н. Узнадзе, в частности работы Б. И. Хачапуридзе (1962) и других, имеют непосредственное отношение к вопросу о том, что делает человек, определяя вероятность появления того или иного стимула. При этом в качестве индикатора степени усвоения вероятности используется наличие (или отсутствие) иллюзии в контрольных опытах, ее величина, прочность и направление (ассимилативная или контрастная). Работы по изучению установки интерпретируются обычно в других понятиях, но они должны быть подвергнуты тщательному анализу с точки зрения усвоения человеком вероятностей появления стимулов.

О том, что процессы формирования эталона и фиксирования установки различны, свидетельствует возможность образования установки на разное, и тогда в контрольных опытах иллюзия отсутствует. Тем не менее изучение формирования субъективных вероятностей необходимо, так как знание человеком вероятностей появления различных сигналов может существенно ускорять их опознание и осуществление требуемых действий, например, в ситуации работы оператора в системе управления и т. п.

С проблемой детерминации процессов восприятия и опознания связан и вопрос о применимости теоретико-информационных понятий и мер в изучении этих процессов. Не обсуждая эту проблему, отметим лишь, что помимо трудностей учета алфавита стимулов или оперативных единиц, с которым *реально* имеет дело наблюдатель, помимо трудностей оценки субъективной вероятности их появления и оценки их значимости (А. Н. Леонтьев и Е. П. Кринчик, 1961) возникают трудности, связанные с необходимостью учета тех операций, которые осуществляет наблюдатель, а также со степенью сформированности

этих операций. Практически это означает, что при определении скорости восприятия или пропускной способности нельзя (как это не кажется заманчивым) абстрагироваться от психологической проблематики исследования восприятия, в частности, и от той, о которой шла речь в настоящей статье.

Перцептивные действия и проблема избирательности восприятия

В статье указывалась роль отдельных способов преобразования стимуляции в поведении. В заключение характеристики перцептивных действий этот вопрос следует поставить более широко: почему для регуляции поведения оказываются недостаточными натуральные формы моделирования стимулов и появляются новые формы моделирования — предметные, перцептивные, а затем и интеллектуальные или логические (последние не рассматривались в статье).

Существуют два плана этой проблемы. Первый — это роль перцептивных действий в преодолении избыточности внешней стимуляции. Вторым планом — роль перцептивных действий в приведении информации к виду, удобному для учета в поведении.

Первый аспект проблемы можно рассматривать по аналогии с двигательным аппаратом человеческого тела, которому свойственно большое число степеней свободы.

Н. А. Бернштейн считает, что в «преодолении избыточных степеней свободы движущегося органа нашего тела, т. е. в превращении его в управляемую систему и заключается физиологическая задача и сущность координации движений» (1961, стр. 112). Построение движений, организация поведения есть не только преодоление избыточных степеней свободы двигательных органов, но также и преодоление избыточности в поступающей внешней стимуляции и уменьшение ее неопределенности. Наблюдатель осуществляет выбор наиболее актуальных стимулов из множества других менее актуальных или вовсе не имеющих в текущий момент жизненного значения. Иными словами, речь идет об избирательности восприятия, которая обычно описывалась метафорически: либо как «активность сознания», либо как «детерминирующая тенденция», либо как «слагбаум на пути к сознанию», либо как доминанта или установка.

Данные об огромной пропускной способности периферических отделов анализаторов, а также новые данные об огромных возможностях накопления информации в памяти (исследования молекулярных механизмов памяти) не снимают проблему избирательности, а еще более остро ставят ее. Естественно возникает вопрос, как разрешается противоречие между возможностями приема и хранения информации, которыми обладают живые информационные системы, и возможностями ее отбора и использования в поведении? С нашей точки зрения, данные о пропускной способности периферических отделов анализатора нельзя использовать при анализе реального поведения. Это пропускная способность натуральных, по нашей терминологии, форм моделирования, которые сами по себе не обеспечивают предметного восприятия и поэтому имеют ограниченные возможности регуляции поведения. Натуральные формы моделирования имеют свои способы преодоления избыточности; частично они были описаны выше. Хотя современные научные данные не позволяют ответить на вопрос о взаимодействии натуральных и более высоких форм моделирования в преодолении

избыточности, можно думать, что оно существует в виде центральной настройки или своеобразных фильтров. Но чтобы не идти по пути метафор, подобных тем, о которых мы писали выше, обратимся к способам преодоления избыточности на более высоких уровнях моделирования.

В ряде работ последних лет получены данные, которые проливают свет на некоторые внешние характеристики избирательности восприятия и памяти. Исследования Сперлинга (1960), Клеммера (1962) и др., в которых был использован методический прием послестимульной инструкции, следовавшей за тахистоскопическим предъявлением, показывают, что лишь часть принимаемой информации подвергается дальнейшей обработке и хранится в памяти. При этом отбор полезной информации осуществляется не до и не во время предъявления, а после предъявления тестового материала. Внешне процесс отбора информации выглядит следующим образом: во время предъявления материала наблюдатель видит все и большую часть хранит в памяти, но лишь очень короткое время — до 0,5 сек. Если в этот промежуток времени поступает команда (послестимульная инструкция), указывающая, что следует хранить для последующего воспроизведения, то осуществляется выбор части материала, которая соответствует команде. Остальное стирается из памяти или, во всяком случае, не может быть воспроизведено.

Первый этап удержания материала получил название непосредственной или кратковременной памяти. Второй этап получил название оперативной памяти. Существует также долговременная память, в которой остается лишь часть материала, удерживавшегося некоторое время оперативной памятью. Если суммировать мгновенные значения непосредственной памяти, то она окажется во много раз продуктивнее оперативной и тем более долговременной. (Кстати, иногда выдавали полученные результаты за пропускную способность восприятия или за объем памяти; в настоящее время результаты таких подсчетов справедливо рассматриваются как недоразумение.)

Нам важно отметить, что на этих трех разных этапах удержания дважды производится селекция информации, при этом не только селекция, но и перекодирование или преобразование материала. Правда, многие зарубежные авторы связывают необходимость перекодирования лишь с переходом материала из непосредственной памяти в оперативную и из оперативной в долговременную (Д. А. Миллер, 1956; Олдфилд, 1954 и др.), а некоторые говорят о необходимости перекодирования лишь при воспроизведении (Браун, 1959). Что касается восприятия и непосредственной памяти, то они продолжают рассматриваться этими авторами как результат пассивного запечатления материала. С нашей точки зрения, существование непосредственной, кратковременной памяти не противоречит тому, что мы говорили об операциях восприятия, о первоначальной сукцессивности восприятия. В опытах Сперлинга и др. испытуемые имели дело с хорошо знакомым материалом (буквы и цифры) и фактически воспринимали его симультанно.

Лишь в недавно опубликованной работе Аллана (1961) говорится о необходимости перекодирования материала в самом процессе восприятия. С точки зрения этого автора, перекодирование возникает в условиях перегрузки человека информацией, т. е. Аллан указывает на внешнюю причину — перекодирование с целью освобождения места для хранения. Браун указывает еще одну причину, которая вызывает необходимость перекодирования — оно обеспечивает возможность сохранения и правильного воспроизведения информации в условиях постоянного

ослабления первоначального следа, т. е. уменьшения отношения сигнал — шум.

Перечисленные функции, которые выполняют перцептивные действия или разные способы преобразования стимулов, такие, как преодоление избыточности внешней стимуляции, освобождение места для хранения информации, возможность сохранения и правильного воспроизведения являются, несомненно, существенными, но они не определяют способы преобразований и не дают критериев отбора полезной информации. По-видимому, эти функции в равной мере можно отнести и к натуральным формам моделирования.

Обратимся ко второму возможному плану обсуждения вопроса о роли более высоких форм моделирования стимулов в поведении.

Формирование новых способов преобразования стимулов и приведения их к новому виду, формирование новых оперативных единиц восприятия действительно является одним из средств преодоления избыточности внешней стимуляции. Но степень этого преодоления, т. е. характер и сложность преобразований, равно как и результат преобразований — новые оперативные единицы восприятия, — жестко детерминированы задачами, стоящими перед субъектом.

Степень сложности задачи в известной мере характеризуется количеством операций, которые нужно произвести для принятия решения, и числом альтернатив, которые нужно учитывать в процессе решения. Для того чтобы сложные задачи были разрешимыми, необходимы промежуточные преобразования информации, направленные на уменьшение числа альтернатив, либо на укрупнение условий задачи (и в связи с этим возможно расширение числа альтернатив), иными словами необходимо приведение информации к виду, более легко учитываемому при решении. В этой связи можно напомнить эксперимент, описанный Хеббом, который был приведен выше. Разные способы преобразований привели к разной степени восприятия «треугольности». Этот эксперимент демонстрирует различия в оперативных единицах восприятия, которые сформировались в опытах. Эти оперативные единицы отличаются по степени своей структурности, что и обуславливает разную степень готовности к решению контрольных задач.

Выделение и исследование перцептивных действий или «операторов приведения» информации к виду, адекватному задачам, стоящим перед наблюдателем, — одна из наиболее сложных и в то же время наиболее актуальных задач психологии восприятия.

Заключение

В статье был использован генетический метод для описания разных уровней преобразования информации и выделены в качестве предмета исследования отдельные перцептивные операции и действия. В качестве еще одного обоснования адекватности генетического метода следует сказать, что современное состояние науки о восприятии и ее практических приложений (в бионике и в инженерной психологии) таково, что распространенные логические упрощения проблем оказываются малоэффективными. По-видимому, они должны уступить место генетическим (историческим) упрощениям. Из сказанного ясна ограниченность и вероятностного подхода к восприятию, который определяется в настоящее время логическими упрощениями проблемы, но не вытекает из анализа генезиса и природы восприятия.

Представили бы большой интерес выявление и описание перцептивных действий, которые необходимо выполнять оператору в совре-

менных системах управления. Аналогичным образом представила бы интерес каталогизация операций опознавания и восприятия, моделируемых в настоящее время.

Сопоставление таких рядов с системой операций, исследованных генетическим методом, могло бы помочь как анализу и оптимизации деятельности оператора автоматизированных систем управления, так и включению более природосообразных схем для моделирования процессов опознавания и восприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьев Б. Г., Веккер Л. М., Ломов Б. Ф., Ярмоленко А. В. Осознание в процессах познания и труда. Изд-во АПН РСФСР, М., 1959.
- Аршавский И. А. К характеристике развития некоторых форм рецепции в связи с анализом становления и преобразования скелетно-мышечных рефлекторных реакций в онтогенезе человека. В кн.: «Структура и функции анализаторов человека в онтогенезе». Медгиз, М., 1961.
- Бернштейн Н. А. Очередные проблемы физиологии активности. В сб.: «Проблемы кибернетики», т. 6. Изд-во АН СССР, М., 1961.
- Бернштейн Н. А. Предисловие к книге «Моделирование в биологии». ИЛ, М., 1963.
- Богуславская З. М. Выделение цвета и формы детьми-дошкольниками в зависимости от характера их деятельности. «Докл. АПН РСФСР», 1958, № 1.
- Бонгард М. М. Моделирование процесса обучения опознанию на универсальной вычислительной машине. В кн.: «Биологические аспекты кибернетики». Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Буллок Т. Возникновение нервных импульсов в рецепторных и центральных нейронах. В кн.: «Современные проблемы биофизики». Изд-во АН СССР, М., 1961.
- Бызов А. Л. Электрофизиологические исследования функции сетчатки. В кн.: «Биологические аспекты кибернетики». Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Венгер Л. А. Различение формы предметов детьми раннего возраста. «Докл. АПН РСФСР», 1962, № 2.
- Веккер Л. М., Лапе Ю. П. К проблеме построения осознательного образа. «Вопросы психологии», 1961, № 5.
- Глезер В. Д. и Цуккерман И. И. Информация и зрение. Изд-во АН СССР, М. — Л., 1961.
- Глезер В. Д. Об организации процесса опознавания в зрительной системе. «Тезисы докладов на II съезде общества психологов», 1963, вып. 3.
- Гуд и Мак-Колл. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. Изд. «Радио», М., 1962.
- Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. Изд-во АПН РСФСР, М., 1960.
- Зинченко В. П. Некоторые особенности ориентировочных движений руки и глаза и их роль в формировании двигательных навыков. «Вопросы психологии», 1956, № 6.
- Зинченко В. П. Движения глаз и формирование образа. «Вопросы психологии», 1958, № 5.
- Зинченко В. П. Восприятие и действие (сообщ. I и II). «Докл. АПН РСФСР», 1961, № 2 и 5.
- Зинченко В. П. и Ломов Б. Ф. О функциях движений руки и глаза в процессе восприятия. «Вопросы психологии», 1960, № 1.
- Зинченко В. П., Ломов Б. Ф. и Рузская А. Г. О так называемой симультанности восприятия. «Докл. АПН РСФСР», 1959, № 5.
- Зинченко В. П. и Панов Д. Ю. Узловые проблемы инженерной психологии. «Вопросы психологии», 1962, № 5.
- Зинченко В. П., Тараканов В. В. Становление и развитие перцептивных действий. «Вопросы психологии», 1962, № 3.
- Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. Изд-во АПН РСФСР, М., 1961.
- Инельдер Б. От перцептивной конфигурации к структуре логической операции. «Вопросы психологии», 1960, № 5.
- Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. Изд-во АПН РСФСР, М., 1959.
- Леонтьев А. Н. и Кринчик Е. П. О применении теории информации в конкретно-психологических исследованиях. «Вопросы психологии», 1961, № 5.
- Лурия А. Р. Высшие корковые функции человека. Изд-во МГУ, М., 1962.
- Ляпунов А. А. Об управляющих системах в живой природе. В сб.: «Проблемы кибернетики», т. 10. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Парацев А. М. Об алгоритмической структуре активного осязания. «Вопросы психологии», 1963, № 1.
- Платт Дж. Функциональная геометрия и восприятие формы мозаичными рецепторами. В кн.: «Теория информации и ориентировочной деятельности у дошкольников». Подьяков И. Н. Особенности ориентировочной деятельности у дошкольников при формировании и автоматизации практических действий. Дис. М., 1960.
- Розенблит У. Обработка сенсорной информации организмом. В кн.: «Современные проблемы биофизики», т. II. Изд-во АН СССР, М., 1961.
- Соколов Е. Н. Восприятие и условный рефлекс. Изд-во АПН РСФСР, М., 1959.
- Соколов Е. Н. Вероятностная модель восприятия. «Вопросы психологии», 1960, № 2.
- Соколов Е. Н. Нервная модель стимула и ориентировочный рефлекс. «Вопросы психологии», 1960, № 4.
- Соколов Е. Н. Статистическая характеристика наблюдателя. Настоящее издание, 1964.
- Узнадзе Д. Н. Формы поведения человека. В кн.: «Экспериментальные исследования по психологии установки», т. II. Тбилиси, 1963.
- Филонов Л. Б. Зависимость скорости образования реакций выбора от числа различительных признаков объектов. «Вопросы психологии», 1963, № 1.
- Фолькельт Г. Экспериментальная психология дошкольника. М. — Л., 1930.
- Хартлайн Х. Рецепторные механизмы и интеграция сенсорной информации в сетчатке глаза. В кн.: «Современные проблемы биофизики», т. II. ИЛ, М., 1961.
- Хачапуридзе Б. И. Проблемы и закономерности действия фиксированной установки. Тбилиси, 1962.
- Шеварев П. А. К вопросу о структуре восприятия. «Изв. АПН», т. 120. М., 1962.
- Шехтер М. С. Изучение механизмов симультанного узнавания (сообщ. I, II, III). «Докл. АПН РСФСР», 1961, № 2 и 5, 1963, № 1.
- Штофф В. А. О роли моделей в познании. Изд-во ЛГУ, 1963.
- Эльконин Д. Б. Экспериментальный анализ начального этапа обучения чтению. В кн.: «Вопросы психологии учебной деятельности младших школьников». Изд-во АПН РСФСР, М., 1962.
- Allan M. D. «Brit. J. of Psychol.», 1961, vol. 52, No. 1.
- Allport E. Theories of Perception and Concept of Structure. N. Y., 1955.
- Baran P. and Estrin G. In: «The IRE Weskon Convention Record», 1960, vol. 4.
- Beer S. Symposium on Bionics. Ohio, Dayton, 1960.
- Bekesy G. «J. Acoust. Soc. Amer.», 1958, vol. 30, p. 339.
- Braun I. In: «Mechanisation of Thought Process». London, 1959, vol. 2.
- Braun T. G. and Archer E. I. «J. exp. Psychol.», 1956, vol. 52, No. 2.
- Bruner J. S. In: «Logique et perception». Paris, 1958.
- Eriksen C. W. «J. exp. psychol.», 1952, vol. 44, No. 1.
- Eriksen C. W. «J. exp. psychol.», 1953, vol. 45, No. 4.
- Gibson J. J. Perception of visual world. N. Y., 1950.
- Gibson J. J. In: «Psychology: Study of Science», 1959, vol. 1.
- Gray J. A. In: «Progress in biophysics and biophysical chemistry», 1959.
- Hebb D. O. «The Organisation of Behaviour», N. Y., 1949.
- Gray J. A. In: «Progress in biophysics and biophysical chemistry», 1959.
- Hebb D. «The Organisation of Behaviour». N. Y., 1949.
- Hebb D. O. In: «Biological and Biochemical bases of Behaviour», 1958.
- Klemmer E. F. «Human Factors», 1962, vol. 4, No. 2.
- Miller G. A. «Psychol. Review», 1956, vol. 63.
- Oldfield R. C. «Brit. j. of Psychol.», 1954, vol. 45.
- Piaget J. «Bulletin de Psychologie», 1959, vol. 157, p. XLL/5.
- Pratt C. C. «J. Psychol.», 1950, vol. 30, pp. 85—107.
- Riesen A. N. «Scientific American», 1950, vol. 183, pp. 16—19.
- Selfridge O. G. In: «Information Theory. 3-rd London Symposium, 1955». London, 1956.
- Von Senden M. Raum — und Gestaltauffassung bei operierten Blindgeborenen vor und nach der Operation. Leipzig, 1932.
- Smith K. U., Smith W. M. Perception and motion. Philadelphia and London, 1962.
- Sperling G. Psychological Monographs. 1960, vol. 74, No. 11.
- Swets J. A., Tanner W. P., Birdsall T. G. «Psychol. Review», 1961, vol. 68, No. 5.
- Uhr. «Psychol. Review», 1963, vol. 4, No. 1.
- Volkelt H. «Zeitschr. für exper. und angew. Psychologie», 1959, Bd. VI, H. 3.
- Wallach H. «J. Personality», 1949, vol. 18, pp. 6—13.

ГЛАВА XII

**ВОПРОСЫ ПСИХОЛОГИИ ПАМЯТИ И ТЕОРИЯ
ИНФОРМАЦИИ**

П. И. ЗИНЧЕНКО, П. Б. НЕВЕЛЬСКИЙ, Н. И. РЫЖКОВА, В. П. СОЛОГУБ

Сотрудничество психологии с теорией информации насчитывает не более десяти лет. Несмотря на это, область ее применения в психологической науке быстро расширяется: от изучения простейших сенсомоторных функций до сложных процессов памяти и мышления. Количество исследований с попытками применения теории информации к различным вопросам психологии быстро растет.

Можно согласиться с Эттнивом (1959), что сейчас уже немногие психологи стали бы утверждать, что новый подход к психологическим проблемам, содержащийся в теории информации, является недопустимым или ошибочным. Вместе с тем еще до сих пор высказываются различные взгляды на возможности, и главное — на условия продуктивного использования понятий теории информации в психологических исследованиях.

В связи с этим обзоры исследований, относящихся к различным проблемам и областям психологии, являются важными не только в собственном своем значении, но и для обсуждения общих вопросов применения теории информации к психологии.

Прежде чем приступить к самому обзору, мы считаем целесообразным дать краткую характеристику исходных положений в изучении памяти в советской и зарубежной психологии. Это поможет лучше оценить результаты первых попыток применения теории информации к памяти в зарубежной психологии, а также выявить возможности советской психологии в этой новой области исследования.

В советской психологии утвердился подход к памяти в ее низших произвольных формах как к продукту деятельности, а к высшим произвольным ее формам как к особой мнемической и репродуктивной деятельности.

Деятельность памяти, как и всякая другая психическая деятельность (например, перцептивная, мыслительная), характеризуется определенным предметным содержанием: ее целями, мотивами, условиями, а среди них, прежде всего, способами достижения целей. В связи с этим она имеет и свою структуру, которая складывается из более или менее сложной системы отдельных целенаправленных действий и операций.

Исследования показали, что ведущим фактором, определяющим продуктивность работы памяти, является предметное содержание и

III

ЧАСТЬ I

ГЛАВА I

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПСИХОЛОГИИ

В. П. ЗИНЧЕНКО, А. Н. ЛЕОНТЬЕВ, Д. Ю. ПАНОВ

1. Технический прогресс и инженерная психология

В программе КПСС указывается, что в течение двадцатилетия в СССР в массовом масштабе осуществится комплексная автоматизация производства со все большим переходом к цехам и предприятиям-автоматам. Особое внимание обращается на то, что технический прогресс позволит, не создавая излишнего напряжения для человека, значительно интенсифицировать и ускорить производственные процессы. Для решения этих задач признается необходимым развитие исследований, направленных на разработку теории и принципов создания новых машин, автоматических и телемеханических систем.

Уже давно стало ясно, что автоматизированную систему необходимо планировать в целом. Создание удовлетворительных узлов системы еще не означает того, что вся система, скомпонованная из отдельных узлов, будет работать в соответствии с проектным заданием. В настоящее время человека-оператора также принято рассматривать в качестве одного из компонентов автоматизированной системы. Поэтому проблемы комплексной автоматизации производства и автоматизации управления поставили в порядок дня задачу *согласования функций автоматических и полуавтоматических устройств с деятельностью человека-оператора.*

Человек остается важнейшим звеном как в ныне существующих, так и в проектируемых системах управления. Частичное моделирование некоторых функций человека (успехи в этом пока весьма скромны) не может служить основанием для предположения о том, что человек будет вовсе вытеснен из непосредственно производственных процессов. Исходить из такого предположения — означало бы отвлекать внимание разработчиков от таких актуальных задач, как выяснение реальных возможностей человека и машины и рациональное распределение функций между человеком и машиной. Решение этих задач требует учета специфических черт деятельности оператора в системах управления и связано с решением ряда проблем, составляющих содержание инженерной психологии.

Возникновение инженерной психологии было обусловлено теми бурными изменениями, которые происходили в технике и которые качественно меняли функции, выполняемые человеком в производственных процессах. Решающую роль в формировании этой отрасли науки сыграло развитие сложного технического оснащения промышленности, авиации и других видов транспорта и средств связи, а также быстрое разви-

тие кибернетики, теории информации и радиоэлектроники. Технический прогресс особенно подчеркнул значение проблемы «человек и машина». Он внес в эту проблему существенно новое содержание. Если еще недавно вопросы слаживания работы человека и машины могли решаться на основе здравого смысла, то в настоящее время, в условиях создания и использования сложнейшей техники, решение этих вопросов оказалось невозможным без специальных исследований. Это и вызвало к жизни возникновение по существу совершенно нового этапа в развитии психологии труда, этапа, который принято называть инженерной психологией (или «человеческой инженерией», эргономикой).

Инженерная психология существует едва ли больше двух десятилетий, тем не менее в этой области проведено огромное число исследований. Изданная в 1960 г. библиография опубликованных работ насчитывает 25 000 названий [12]. За рубежом работы выполняются как в университетских и промышленных лабораториях, так и в специальных институтах. Для лабораторий и институтов, разрабатывающих проблемы инженерной психологии, характерно то, что в них наряду с психологами и физиологами сотрудничают инженеры и математики. Нужно сказать, что постановка задач инженерной психологии с незначительными вариациями совпадает у многих известных авторов (Фиттс [11], Чапанис [10], Маккормик [13]). Это прежде всего задача обеспечения надежной и эффективной работы оператора в автоматизированной системе управления; задача согласования рабочих характеристик оператора с характеристиками автоматических устройств; задача нахождения инвариантных характеристик человека-оператора, которые можно было бы использовать в замкнутом контуре регулирования, имитирующем систему управления.

Несмотря на достаточную четкость этих и других подобных им задач, их постановка у упомянутых выше авторов не исходит из таких теоретических положений, которые способны направить исследования по инженерной психологии в единое русло и связать их между собой; остаются недостаточно разработанными и принципиальные методы решения указанных задач.

Причина состоит в том, что большинство зарубежных исследователей рассматривает инженерную психологию прежде всего как отрасль техники и акцент в исследовании ставит на решение узко технических задач. Это отражается и на выборе методов исследования.

Отнесение инженерной психологии к технике неизбежно приводит к тому, что исследования возможностей и рабочих характеристик оператора приобретают чисто эмпирический и прагматический характер. При этом часто исходят из уже созданных автоматизированных систем управления и вносят в них лишь частичные улучшения условий работы оператора. С другой стороны, для современного развития инженерной психологии типично интенсивное применение математических методов исследования (создание вероятностных, теоретико-информационных моделей поведения). При этом эмпирически найденные характеристики оператора описываются при помощи более или менее адекватного математического аппарата, но далеко не всегда исследователи отдают себе ясный отчет в том, что математическое описание не может заменить собой содержательное исследование поведения. Существующие математические модели, напротив, создают иллюзию достоверности и общезначимости отдельных эмпирических результатов. Характерно, что некоторые исследователи (Д. Миллер и др.), вначале шедшие по такому пути, сейчас начинают призывать к разработке методов содержательного анализа психических процессов.

2. Человек — субъект трудовой деятельности

Подход к человеку как особому звену, включенному в систему автоматических устройств и машин, позволяет решать весьма важные вопросы, касающиеся повышения эффективности работы этой системы. Признавая не только правомерность, но и необходимость такого подхода, нужно вместе с тем подчеркнуть его ограниченность. Ограниченность этого подхода определяется тем, что он абстрагируется от общественной природы труда и от общественной природы человека как его субъекта — обстоятельство, которое нельзя упускать из виду не только при разработке более широких теоретических проблем, но и в пределах проблемы «человек и машина».

Игнорирование именно этого обстоятельства нашло свое выражение во взглядах, которые видят в человеке лишь звено автономного, в принципе, комплекса машин, порождаемых машинами же, — звено, пока еще остающееся досадным образом не замещенным автоматическими устройствами. Вызванное ходом технического прогресса *изменение функций* в производстве представители этих взглядов принимают за якобы происходящее *устранение* человека из сферы производства. Однако идея о прогрессирующем «расчеловечивании» труда на самом деле лишь отражает практическое его отчуждение, порожденное господством отношений частной собственности.

Сейчас, когда исследование системы «человек — машина» приобретает все более актуальное значение, раскрытие *действительных* отношений, лежащих за отношениями внутри этой системы, является особенно необходимым. Это необходимо, в частности, для того, чтобы инженерная психология могла развиваться не только как вспомогательная для техники дисциплина, целиком подчиненная ее задачам, а как ведущий раздел *психологии трудовой деятельности человека*.

Бесспорным завоеванием советской психологической науки является преодоление односторонне натуралистического подхода к человеку, понимание человеческой психики как продукта общественно-исторического развития. В конкретных исследованиях психической деятельности человека такой подход был впервые реализован Л. С. Выготским. Этот подход сохраняется, разумеется, все свое значение и в психологии труда; он должен быть распространен также и на проблемы инженерной психологии.

Человек есть, конечно, природное существо. Однако как общественный субъект он проявляет особые свойства; при этом меняется самый тип его развития, законы, которые им управляют. Это результат специфического характера его деятельности, который состоит в том, что она является деятельностью *продуктивной*. Такова прежде всего основная человеческая деятельность — деятельность трудовая.

Трудовая деятельность человека запечатлевается в своем продукте; она превращается в форму бытия или предметности.

При этом в орудиях, посредством которых она осуществляется, человек приобретает как бы новые органы, которые, по выражению Маркса, он присоединяет к органам своего тела. «С того времени, как он возвысился до их употребления, он придает совершенно новый вид истории своего развития; прежде она, как у всех остальных животных, сводилась к видоизменениям его естественных органов, теперь она становится прежде всего историей усовершенствования его искусственных органов...»¹.

¹ Г. В. Плеханов. Избр. философ. произв., т. I. Госполитиздат, М., 1956, стр. 610.

Итак, человек вступает в историю как субъект трудовой деятельности — процесса, посредством которого он активно регулирует обмен веществ между собой и природой, и, ставя перед собой сознательные цели, производит заранее намеченные изменения в предмете труда. Хотя совокупность способностей, которую человек пускает при этом в ход, необходимо включает в себя и его физические силы, однако последние лишь практически реализуют в продукте труда ту сторону этого процесса, которая образует его *психологическое* содержание; иначе говоря, человек проявляет себя в трудовой деятельности как субъект, обладающий психикой, сознанием. Воплощая в труде свои замыслы, он не только преодолевает косность природной материи, создавая орудия и машины, он также преодолевает и «биологическую косность» своих естественных органов, своих естественных сил и способностей. Поэтому развитие человека в ходе общественно-исторического процесса идет темпами, совершенно не сопоставимыми с темпами его биологической эволюции.

Рассмотрим этот процесс несколько более подробно.

Каждый отдельный человек вступает в жизнь в условиях, созданных предшествующими поколениями. Однако эти условия отнюдь не представляют для него лишь внешнюю среду, к которой он должен приспособиться; в форме объективных предметов и явлений условия эти несут в себе достижения исторического развития людей, опыт общественной практики, совокупность исторически сформировавшихся человеческих способностей. Чтобы жить в обществе, человеку недостаточно того, что ему дает природа при рождении. Для этого он должен овладеть общественно-историческим опытом, воплощенным, опредмеченным в окружающем его *человеческом* мире — мире промышленности, наук и искусств.

Процесс овладения этим миром осуществляется в деятельности, воспроизводящей в себе существенные черты той деятельности, которая воплощена в предметах и явлениях этого мира. Так именно происходит и процесс овладения орудиями труда, которые представляют собой типичнейшую вещественную форму кристаллизации человеческой деятельности.

Орудие есть не только физический предмет, обладающий определенными механическими свойствами. Это есть вместе с тем *общественный* предмет — предмет, в котором воплощены и закреплены исторически выработанные способы действия, трудовые операции.

В процессе овладения орудием человек подчиняет свои движения той общественно выработанной системе операций, которая материально закреплена в нем. Орудие *перестраивает* поведение человека, прижизненно формируя у него новые способности. «Присвоение некоторой совокупности орудий производства равносильно развитию некоторой совокупности способностей в самих индивидах»².

То же самое происходит и в случае овладения человеком явлениями духовной культуры. Например, овладение *языком* есть результат усвоения тех умственных операций, которые исторически закреплены в их значениях. Само собой разумеется, что при этом происходит также усвоение операций, благодаря которым реализуется постоянство грамматической и фонетической системы данного языка.

Таким образом, как и способность к деятельности посредством орудий, речевая деятельность человека, его речедвигательные и слуховые функции возникают в результате происходящего в процессе его

² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2, т. 3, 1955, стр. 68.

онтогенетического развития присвоения им достижений исторического развития человечества, воплощенных в окружающем его объективном мире.

Для человека орудия и машины, язык и наука *суть органы его деятельности* — как деятельности внешней, так и внутренней, умственной. И это до такой степени верно, что если мысленно отнять у человека эти органы, то он окажется полностью потерявшим способность к какой бы то ни было человеческой деятельности.

С другой стороны, устранение человека превратило бы созданный им мир в простое нагромождение медленно, но неизбежно разрушающихся предметов; их постигла бы такая же судьба, как и судьба анатомических органов, отделенных от человеческого организма. Иначе говоря, за этим даже уже «готовым» миром продолжает стоять человек в качестве его принципиально неустранимого субъекта.

Отношения, которые мы описали, выступают в условиях классового общества лишь как отношения абстрактного человека; конкретный же человек оказывается в этих условиях противопоставленным миру созданных человечеством материальных и духовных богатств как чуждой ему и подчиняющей его себе силе. Впервые эти отношения становятся действительными отношениями людей только в нашу эпоху, эпоху утверждения социалистического, коммунистического общества, освобождающего человеческий труд. Эти отношения и определяют перспективу развития человеческой деятельности и самого человека.

Вытекающий из этих перспектив подход к человеку существенно меняет психологическую проблематику. Трудовая деятельность человека открывает в свете этих перспектив свое полное содержание и выступает как основной вид его деятельности, а сам человек — прежде всего как субъект этой деятельности, которая становится все более «реинтегрированной», включающей в себя разносторонние проявления человеческой психики. Поэтому *психология труда* перестает быть только специальной ветвью психологии; ее теоретические проблемы становятся также и важнейшими проблемами общей психологии человека. Но это значит, что и сама психология труда не может далее развиваться на «отрубках» психологической науки, как это происходило в рамках старой психотехники, и продолжается по крайней мере в тенденции в современной американской инженерной психологии.

Деятельность оператора в автоматизированной системе представляет собой новый вид трудовой деятельности человека. Хотя зачатки его в сфере производства имелись и ранее, именно этот вид деятельности становится типичным на современном этапе развития науки и техники. Возникновение, развитие и совершенствование автоматизированных устройств не только предъявляют новые требования к человеку, но и меняют содержание тех процессов, которые являются характерными для трудовой деятельности; оно намного усложняет, обогащает и «интеллектуализирует» их и таким образом является важным фактором дальнейшего психического развития человека [6].

3. Общая характеристика деятельности человека — оператора в автоматизированных системах управления

Наиболее специфической чертой деятельности оператора в автоматизированной системе является то, что оператор лишен возможности *непосредственно* наблюдать управляемые объекты и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи,

На основании этой информации он оценивает состояние управляемого или наблюдаемого объекта, принимает решение, дает соответствующую команду и через более или менее короткий промежуток времени получает сигнал о ее выполнении.

Такую деятельность человека, которая совершается не с реальными объектами, а с их заместителями или имитирующими их образами, мы будем называть деятельностью человека с *информационными моделями реальных объектов*. Модели реальных объектов, используемые в автоматизированных системах управления, с большей или меньшей степенью точности отражают как свойства реальных объектов, так и отношения, которые существуют между этими свойствами и самими объектами. Так как термин «модель» имеет разные значения, ниже дается разъяснение, в каком смысле применяется этот термин в данном случае.

Можно представить себе такую ситуацию, в которой оператор отделен от реальных управляемых объектов и должен, следя за показаниями ряда приборов, реагировать на их изменения. Изменению каждого параметра соответствует заранее определенный однозначный ответ, как это, например, происходит при дистанционном измерении температуры и т. п. Такого рода деятельность не следует, однако, рассматривать как действия с моделью, так как оператор прямо и непосредственно соотносит данные индикатора с требуемым действием. В указанных условиях оператору вовсе не необходимо каждый раз *мысленно соотносить показания приборов с состоянием управляемого объекта*. Он может даже не знать, о каком объекте он получает информацию: ему достаточно заучить возможные показания приборов и те действия, которые он должен произвести в ответ на произошедшие их изменения. Подобные случаи не имеют существенного значения в современных автоматизированных системах управления; там, где можно заранее определить всю систему требуемых операций, составить их алгоритм, человек-оператор с успехом заменяется автоматическим устройством.

Таким образом, первой существенной особенностью деятельности человека с моделью является необходимость соотнесения сведений, получаемых посредством приборов, экранов, табло как между собой, так и с реальными управляемыми объектами. Именно на основании соотнесения этих сведений оператор выбирает и планирует операции, изменяет их последовательность, принимает решение, выбирает наиболее эффективный способ действия и т. п. Постоянное соотнесение получаемой информации с действительным состоянием управляемого объекта и является признаком деятельности оператора с моделью.

Однако само по себе указание на факт соотнесения показаний приборов с управляемым объектом не вскрывает существенных особенностей деятельности с моделями. Для этого необходимо выяснить, как происходит процесс соотнесения. Процесс этот представляет собой не что иное, как декодирование получаемой информации.

Процесс кодирования (и передачи сообщений) всегда связан с потерей некоторого количества информации. Это часто делается намеренно, так как оператору невозможно, да и бессмысленно, давать абсолютно полную информацию о реальных объектах. Для этого используются такие, например, приемы, как группировка признаков и объединение данных по тем или иным правилам. Поэтому оператор должен не только связывать информацию с управляемым объектом, но и мысленно реконструировать ряд особенностей или состояний объекта, *не нашедших своего полного отражения* в предъявленной ему информации. При этом предъявляемая оператору информация очень часто поступает

к нему в шумах, и выделение полезного сигнала из шума требует таких процессов, как предвидение и организация незначимых отрезков информации в значимое целое. В качестве примера можно привести хорошо известную инженерам способность к «подпомеховой видимости», возникающую у операторов по мере накопления опыта работы с сигналами данного типа. В этих случаях очень часто оператор сам не может сказать, по каким признакам он сделал заключение о наличии полезного сигнала. Таким образом, мы можем указать некоторые более конкретные особенности деятельности человека с моделями в автоматизированных системах управления. Это наряду с упоминавшейся операцией декодирования — реконструкция информации, потерянной или не предъявленной оператору; организация информации, предвидение ближайших и более отдаленных изменений в управляемых и наблюдаемых объектах; разрешение альтернатив малой вероятности. Это, разумеется, предварительная и далеко не полная характеристика деятельности с моделями реальных объектов, которая типична для работы оператора в автоматизированных системах.

Для пояснения технической стороны вопроса на рис. 1 приведена схема неавтоматизированной системы управления некоторым процессом, включающей людей-операторов в различных звеньях и на разных уровнях управления. На этом рисунке управляемый процесс условно изображен в виде прямоугольника с выходом и входом, расположенным по оси времени. Люди-операторы (1—5 на рис. 1) работают в низшем звене управления Б и на самом низком уровне управления I. Операции, выполняемые ими, имеют различный характер. Оператор 1 выполняет простейшие функции, описываемые алгоритмически. Операторы 2 и 3 выполняют каждый в отдельности такие же функции, как и оператор 1, но деятельность их связана, так как оператор 3 получает исходные данные для своих функций еще до того, как будут известны результаты действий оператора 2 (перекрытие интервалов). В этом случае в схеме управления должна быть предусмотрена возможность корректировки их действий, которая и осуществляется оператором 7 в высшем звене управления, получающим информацию о результатах операторов 2 и 3 при помощи устройства отображения a и вносящего коррективы посредством указаний оператору 2 через линию связи a_1 . Возможен и такой случай, когда несколько операторов, например операторы 4 и 5 на рис. 1, выполняют функции управления по двум разным линиям, но таким образом, что они имеют *общий выход*. В этом случае в схеме управления имеется еще один оператор в звене Б на более высоком уровне управления II, который осуществляет корректировку результатов

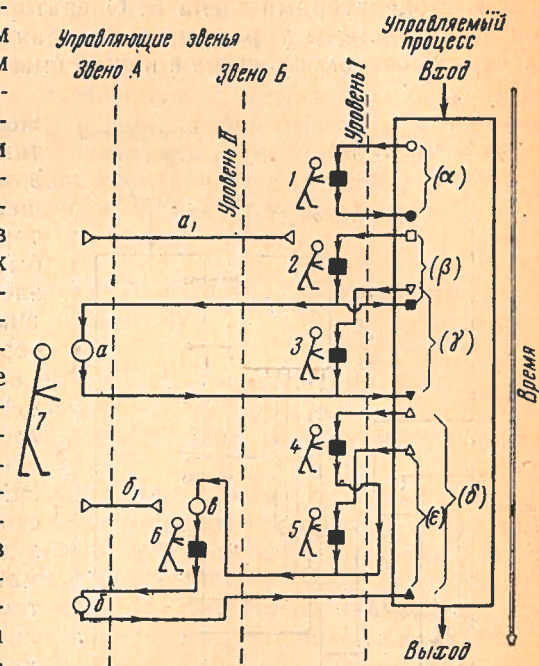


Рис. 1. Схема неавтоматизированной системы управления

ошибке. Допустим, что с момента предъявления информации до получения ответа (двигательного или речевого) имеется некоторое предельное время T . Допустим также для простоты, что оператор не вошел еще в ситуацию работы.

Первым этапом работы оператора будет ознакомление с обстановкой, которое требует некоторого времени t_1 . На втором этапе оператор решает текущую задачу, для чего также требуется время t_2 . Наконец, на третьем этапе оператор дает ответ, требующий времени t_3 . Сразу же оговоримся, что такое деление операций и указанная их последовательность несколько искусственны. В работе оператора часто бывает трудно провести жесткую грань между восприятием, решением задачи и ответным действием. Тем не менее на первых порах это деление полезно, так как оно позволяет систематизировать факторы, влияющие на успешность работы оператора.

Время восприятия, например, знаковой индикации зависит от ряда переменных, таких, как освещенность, место знаков в поле зрения, угловая величина знака, контрастность знаков по отношению к фону, стабильность изображений, и от других факторов, определяющих видимость знаков и возможность их распознавания. Помимо этой группы факторов необходимо учитывать также количество информации, уровень шумов, степень эффективности кодирования и т. д. Наконец, к третьей группе факторов относятся такие, как специальная подготовка, тренированность и опыт оператора, его функциональное состояние (утомленность, напряженность), особенности нервной системы и т. д. В литературе имеются достаточно достоверные сведения об оптимальных условиях видимости знаков. Влияние двух других групп факторов на скорость восприятия изучено значительно меньше. При этом нельзя забывать, что пренебрежение хотя бы одним из факторов может во много раз увеличить время восприятия.

Время решения задач также зависит от ряда таких переменных, как тип задачи, число условий, в которых она дана, алгоритм операций, используемых для решения, навык решения подобных задач, утомление и т. д.

Наконец, время, например, двигательного ответа, в свою очередь, является функцией таких переменных, как расположение органов управления, их размер, форма, количество, сила сопротивления, совместимость с привычными действиями оператора, тренированность оператора, утомление, индивидуальные различия нервной системы и т. д. Об органах управления накоплен достаточно большой материал, который можно использовать при конструировании систем. Однако многое еще предстоит исследовать.

Для обеспечения надежной и эффективной работы системы необходимо, чтобы сумма $\sum t_i = t_1 + t_2 + t_3$ была несколько меньше T . Если же она будет превышать T или даже равна ей, нельзя гарантировать надежность работы системы. В этих случаях возникает задача уменьшения $\sum t_i$ за счет изменения ее составляющих. Это можно сделать, если известны оптимальные условия осуществления указанных операций. Можно, например, уменьшить t_3 , расположив органы управления в соответствии с требованиями динамической антропометрии, или уменьшить t_2 за счет большей определенности и жесткости условий задачи. При анализе времени решения задач возникает проблема структуры мыслительного акта. Необходима такая организация обучения и отработка способов решения задач, чтобы оператор «видел» решение, чтобы t_2 как бы растворилось в t_1 и t_3 . Это можно сделать, переведя у него

решение задач на уровень процессов, протекающих в форме, сходной с проявлением элементарных, психофизиологических функций (подобно тому, как, например, протекают у опытного счетчика простейшие арифметические операции). Таким образом, варьируя в пределах T его составляющие, можно добиться реализации требуемого временного режима системы.

Второй путь уменьшения времени — это передача некоторых операций, выполняемых человеком, машине. Для того чтобы использовать этот путь, также необходимо изучение деятельности оператора и формализация входящих в ее состав операций. Однако следует учесть, что сфера процессов, не поддающихся автоматизации, остается достаточно обширной. Понятие системы «человек-оператор и машина» потому и возникло, что не все процессы можно автоматизировать и часть из них выполняется человеком. Очень многое человек делает лучше машины, и мы пока еще часто не можем понять, как действует человек (как он воспринимает, запоминает, решает задачу и т. д.), для того чтобы успешно промоделировать эти процессы.

Мы перечислили далеко не все факторы, которые могут оказывать существенное влияние на эффективность и надежность работы оператора в системе управления. Многие из них неоднократно служили предметом исследования; например, довольно детально разработаны вопросы читаемости знаков, расположения органов управления и т. п., но среди них имеется и довольно значительное число таких, которые пока нельзя выразить в форме, позволяющей достаточно легко их учитывать при проектировании автоматизированных систем управления. К сожалению, это относится и к наиболее существенным факторам. Такое положение нередко не удовлетворяет проектировщика, обращающегося с вопросами к представителю инженерной психологии о значениях пропускной способности, надежности и допустимой степени утомления или напряженности оператора, вызываемыми работой в той или иной системе. Необходимость найти ответ на эти вопросы естественно побуждает психологов, физиологов, а часто и инженеров к поискам количественных характеристик функциональных возможностей человека, к построению математических моделей, описывающих поведение оператора в системе, и статистических моделей процессов восприятия, памяти, мышления. Очень широко в таких работах используется аппарат теории вероятности и теории информации. Правда, в последнее время все чаще появляются скептические высказывания относительно применимости теоретико-информационных мер к описанию поведения. Эти высказывания исходят как от представителей техники связи, так и от психологов. Причина изменения отношения к такого рода исследованиям связана, по-видимому, с тем, что на первых порах задачи ставились в чрезвычайно упрощенной форме без учета необходимости модификации аппарата теории информации в соответствии со специфическими чертами нового объекта — человека, к которому он применяется [4]. Можно, однако, дискредитировать любой, даже самый совершенный аппарат, если применять его, не задумываясь над теми специфическими особенностями объекта, к которому он должен быть применен. Эту мысль нам хотелось бы особенно подчеркнуть.

С другой стороны, наивно было бы думать, что математическое описание может заменить собой конкретное исследование, например, восприятия или памяти. Конечно, это не означает, что математическое описание бесполезно. Напротив, с нашей точки зрения, работа над созданием статистических моделей уже известных нам процессов восприятия, памяти, мышления, равно как и их дальнейшее уточнение и моди-

фикация в соответствии с новыми закономерностями, раскрываемыми в психологических и физиологических исследованиях, чрезвычайно полезна и необходима. В такой же мере сказанное относится как к созданию стохастических моделей поведения, так и к созданию механических и электронных моделей, имитирующих отдельные особенности человеческой деятельности. Подобные исследования помогают уточнить функциональные характеристики человека-оператора и выразить их в такой форме, в которой они могут быть использованы непосредственно при проектировании автоматизированных систем управления.

Чтобы пояснить высказанную выше мысль о необходимости учета специфики человеческой деятельности (будь то процессы восприятия или решения задач), остановимся несколько более подробно на двух тесно связанных между собой проблемах. Это проблема эффективного кодирования информации и проблема скорости восприятия, или, как ее часто называют, проблема пропускной способности оператора. Мы ограничимся анализом этих проблем лишь в связи со зрительным восприятием. Так как способ кодирования и предъявления информации оказывает существенное влияние на скорость ее восприятия, то целесообразно обсудить обе указанные проблемы вместе.

5. Эффективное кодирование информации и скорость восприятия

В результате успехов автоматизации и механизации производства, позволивших передать машине большую часть двигательных операций, прежде выполнявшихся рабочими и составлявшими главное, наиболее ясно выраженное содержание их трудовой деятельности, на первый план выдвинулись внутренние психические функции, в первую очередь функции сенсорные и мыслительные. В то время как «исполнительная часть» трудовых процессов упрощалась, сводясь к немногим, внешне очень простым и не требующим сколько-нибудь значительных затрат физической силы двигательных актов, процессы восприятия и переработки информации становились, наоборот, все более сложными и нагруженными.

Удельный вес процессов восприятия и мышления, с одной стороны, и двигательных операций — с другой, можно проиллюстрировать с помощью простой аналогии. Нет ничего проще, чем переставлять шахматные фигуры. Вся трудность состоит в выборе оптимального хода. Такого рода игровые ситуации типичны для современных систем управления. Необходимо вовремя увидеть и сделать нередко единственным правильным выбор, учтя при этом значительное число переменных. Трудность такого выбора усугубляется тем, что оператор имеет дело не с реальными объектами, а с информационными моделями. Именно поэтому специфические особенности деятельности с моделями делают небезразличным способ предъявления оператору информации о состоянии управляемых объектов.

Работая над той или иной моделью, представляющей реальные управляемые объекты, инженер-проектировщик стоит фактически перед задачей создания особого «языка», понятного человеку и воспринимаемого машиной. Он должен согласовать «входы» и «выходы» человека и машины. Это согласование должно учитывать не только фактор «понятности», но и факторы скорости приема, переработки и выдачи информации; фактор наличия памяти оперативной (кратковре-

менной) и долговременной и т. п. При этом нередки случаи, когда возможности машины учитываются (в том числе используются) несравненно лучше, чем возможности человека. Указанную задачу согласования с учетом всех имеющих значение факторов можно охарактеризовать как задачу *эффективного кодирования информации*, поступающей как от машины к человеку, так и от человека к машине.

Объем информации неуклонно возрастает с увеличением числа управляемых элементов, за которыми должен следить оператор, и условий, которые он должен учитывать. Поэтому проблема эффективного кодирования информации стала одной из самых неотложных. Правильное решение этой задачи может дать очень большой выигрыш во времени и упростить технические средства отображения информации. Анализируя проблему эффективного кодирования в ее инженерно-психологическом аспекте, полезно обратиться к исследованиям процессов восприятия, которые проводились психологами и физиологами. Суммируя результаты многих работ в этой области, можно сказать следующее.

Наблюдатель, свободно рассматривающий окружающую действительность, сам выбирает систему кодирования (или усваивает ее от других) и методом последовательных приближений создает наиболее эффективный для данного вида деятельности код. Одним из примеров этого является процесс обучения чтению. Вначале для обучающегося единицей кода обычно становится отдельная буква, затем слоги, затем слова, отрывки фраз и, наконец, опытные чтецы могут схватывать смысл сразу целых абзацев и даже страниц. Так же человек учится слушать чужую речь или музыку. В процессе такого обучения у человека формируются зрительные (или какие-либо другие) образы, которые становятся *оперативными единицами восприятия*. Оперативными единицами восприятия могут стать, например, градации яркости, очертания, отдельные признаки предметов, целые предметы и, наконец, совокупности предметов и отношения между ними. Сложившиеся наборы оперативных единиц затем используются наблюдателем в процессах опознания и собственно восприятия, т. е. построения новых образов. Наличие оперативных единиц объясняет высокую скорость опознания и восприятия у наблюдателей, работающих с привычным для них материалом. Этот вид кодирования, в результате которого образуются оперативные единицы восприятия, мы условно назовем «естественным» кодированием, чтобы отличить его от кодирования информации, характерного для автоматизированных технических систем [2, 3].

При проектировании же автоматизированной системы управления и создании модели, замещающей управляемые объекты, проектировщик аппаратуры часто выбирает тип индикации и систему кодирования, игнорируя «естественные» способы кодирования, и поэтому делает это не наилучшим образом. Работая с аппаратурой, оператор лишь в очень малой степени может видоизменить навязанную ему систему кодирования. Правда, автоматизированные системы, в которых избран малоэффективный код, существуют недолго, так как операторы, работающие в таких системах, не успевают принимать и перерабатывать предъявленную им информацию, необходимую для управления, и в конце концов от этой системы приходится отказаться. Таким образом, при проектировании аппаратуры и выборе системы кодирования проектировщиками, в сущности, также используется метод последовательных приближений. К сожалению, этот процесс оказывается здесь слишком долгим и дорогостоящим.

Можно указать и некоторые другие причины просчетов проектировщика. Одна из них состоит в неучете того, что проектировщик делает

систему не для себя, а для оператора, который не участвует в ее разработке и, в частности, в создании системы кодирования. Поэтому то, что проектировщику кажется простым и как бы само собой разумеющимся, на деле может не всегда успешно усваиваться оператором, причем, как показывает опыт, трудности в работе испытывают не отдельные операторы, а многие. Трудности эти могут вызываться как неудачной системой кодирования, так и плохой организацией обучения операторов. Другой причиной просчетов проектировщика является учет им того обстоятельства, что работа с моделями протекает быстрее, чем с реальными объектами, а это ведет к тому, что у проектировщика возникает тенденция предъявлять оператору столь большое количество информации, которое не позволяет оптимально использовать систему.

Характерно, что в связи с вопросом о том, какой должна быть система кодирования, в США уже более 20 лет непрерывно совершенствуются лицевые части приборов, ведутся поиски новых типов индикаторов и происходит замена одного типа индикации другим. Во многих последних американских исследованиях, например, проводится сопоставление цифровой, буквенной, буквенно-цифровой и картографической индикации.

В решении вопроса о том, какой должна быть система кодирования, в настоящее время намечаются два пути. Первый — создание такой системы, в которой форма избранных знаков или какие-либо другие средства индикации в максимальной степени напоминали бы отображаемые объекты [7]. Это, однако, оказывается во многих случаях трудно достижимым. Второй путь — изображение управляемых объектов посредством букв, цифр и других условных значков, ничем не напоминающих отображаемые объекты. Какой из двух путей лучше — сказать трудно. Как показывает опыт, и на втором пути, т. е. посредством символической индикации, можно достичь многого при условии достаточного внимания как к проблеме выработки эффективной системы кодирования, так и к проблеме усвоения этой системы оператором. Разумеется, возможно (и реально осуществляется) соединение обоих путей отображения.

Можно наметить следующий порядок работы в области создания «языка» автоматизированной системы. На первом этапе работы специалист в области теории информации вместе с проектировщиком оценивает эффективность избранной системы кодирования и выясняет возможности сокращения избыточности за счет отказа от излишних символов. На втором этапе специалисты в области математической логики и психологии составляют перечень и последовательность операций, определяют состав и необходимое для выполнения каждой из них количество информации. На основании этой работы обычно оказывается возможным провести еще одно, второе по счету, сокращение избыточной информации и уменьшить как число операций, которое нужно выполнить оператору, так и количество органов управления. Наконец, на третьем этапе работы над «языком» автоматизированной системы управления должны быть максимально использованы «естественные» способы эффективного кодирования, применяемые человеком, когда он имеет дело с реальными объектами. Среди последних большое место занимают такие способы, как укрупнение единиц кода (*N*-граммирование), кодирование одних и тех же событий при помощи разных кодовых систем и взаимозаменяемость этих систем (например, зрительная и акустическая системы восприятия речи). К числу такого рода способов кодирования нужно добавить еще возможность реконструкции известных событий по их отдельным признакам.

Способы кодирования и системы кодирования, вырабатываемые человеком, изучены еще недостаточно. Однако в последние годы появляется все больше и больше исследований способов кодирования информации о воспринимаемых и запоминаемых событиях. Внимательный анализ уже выполненных работ и проведение новых может дать материал, который значительно облегчит выбор наиболее эффективно-го кода.

Для выбора эффективной системы кодирования необходимы тщательный анализ функционально значимых признаков кодируемого сообщения, выделение ведущих и второстепенных подчиненных признаков, однозначно определяемых ведущими. Ведущие признаки должны располагаться в соответствии с теми операциями, которые необходимо производить оператору при решении стоящей перед ним задачи. Код должен быть максимально осмысленным и читаться подобно тому, как читается фраза печатного текста. Помимо освоения кода оператор должен освоить наиболее экономный и эффективный маршрут осмотра и слежения. Следует иметь в виду, что освоение кода представляет собой специальную деятельность, которая изучена еще недостаточно, и разработка оптимальных путей освоения входит в состав задач инженерной психологии. Всю работу по созданию модели управляемых объектов: логический анализ кодируемых сообщений, установление оптимальной последовательности операций, выбор системы кодирования должен проделать проектировщик автоматизированной системы управления. Но это можно сделать лишь на основе специальных экспериментальных исследований деятельности человека по приему и переработке информации в тех условиях, в которых он будет работать.

Предварительное макетирование системы в целом и испытание макетов с участием специалистов в области инженерной психологии может значительно ускорить и удешевить разработку и проектирование автоматизированных систем, сделать эти системы более эффективными и надежными. Предварительное макетирование систем необходимо также для оценки избранной системы кодирования и проверки реальной скорости приема и переработки информации, предъявляемой оператору.

Мы уже говорили о том, что пока еще нет достаточно достоверных оценок пропускной способности оператора, которые можно было бы использовать при проектировании систем управления. Значения пропускной способности, например, зрительной системы, полученные разными авторами, распределяются между 0,7 и 1200 единиц в секунду. Причина такого разброса данных состоит в том, что количество информации вычисляется при разном числе альтернатив (которое в свою очередь устанавливается произвольно), в экспериментах используется разнородный материал, применяются разные методы «опроса» испытуемых. Все это приводит к тому, что значения пропускной способности действительно лишь в той ограниченной области, в которой они получены, и практически непереносимы в другие условия. Нам представляется, что в настоящее время вопрос о пропускной способности человека-оператора необходимо рассматривать в связи с вопросом об эффективной системе кодирования информации. При этом скорость восприятия информации оператором может служить мерой эффективности избранной системы кодирования. Однако в исследованиях скорости восприятия следует избегать одной распространенной ошибки. Она состоит в том, что исследователи, преследующие цель найти и численно выразить функциональные возможности человека, забывают о такой возможности, как функциональное развитие, и принимают

скорость восприятия за нечто стабильное, почти неизменное. В этом нет большой беды, когда речь идет об определении скорости восприятия хорошо знакомых предметов (как было в опытах В. Д. Глезера, И. И. Цуккермана, 1961). Однако когда речь идет об оценке системы кодирования в той или иной системе управления, то при определении скорости восприятия следует учитывать, что именно оператор использует в качестве единиц восприятия, а также степень овладения оператором данной системой кодирования. Упомянутые нами авторы пишут о том, что «полная система образов, «алфавит» зрительного анализатора, не является врожденным, а приобретается в жизненном опыте» [1]. Они указывают и на то, что наблюдатель может пользоваться разным «алфавитом». Для сетчатки глаза «алфавит», возможно, определяется градациями яркости, в то время как мозг производит выбор из больших совокупностей элементов, в первую очередь из набора зрительных образов. Но при этом возникают законные вопросы: как приобретается этот «алфавит» и что он собой представляет, как связан «алфавит», или лучше — система кодирования, с предъявляемыми стимулами, какие свойства или признаки стимулов кодируются и становятся единицами, которыми оперирует зрительное и слуховое восприятие? Иными словами, как формируются зрительные образы и каково их содержание? Ответ на эти вопросы важен потому, что при разной системе кодирования, а соответственно при разных *оперативных единицах восприятия его скорость будет различна*. Поясним свою мысль примером. Если в качестве оперативных единиц зрительного восприятия мы принимаем градации яркости, то одновременно мы воспримем и запишем в памяти ничтожно малое число единиц по сравнению с теми, которые можем запомнить, если будем оперировать не с градациями яркости, а, скажем, с буквами, со словами или с какими-либо привычными предметами. Разумеется, для такого сопоставления последние нужно также выразить в числе градаций яркости. Несколько упрощая дело, можно сравнить глаз с оптическим прибором, снабженным набором датчиков, реагирующих на различные оптические параметры. Каждый датчик будет соответствовать определенной оперативной единице зрительного восприятия. При этом опытный наблюдатель, использующий разные системы кодирования, может произвольно изменять в соответствии со стоящей перед ним задачей оперативные единицы зрительного восприятия. В приведенном примере это будут градации яркости, буквы, слоги, слова, словосочетания. Таким образом, первое условие количественной оценки зрительного восприятия связано с необходимостью определения его единиц. Из сказанного должно быть ясно, почему мы придаем такое значение изучению процесса формирования образов.

Имеется много работ, в которых вскрыты зависимости зрительного восприятия от мотивов, задач, способов рассматривания или опознания предметов. Измерение при помощи информационных мер скорости зрительного восприятия обязательно должно учитывать современный уровень наших знаний о процессах зрительного восприятия. Восприятие представляет собой сложный процесс, в котором можно выделить отдельные операции и действия. С этой неоднородностью восприятия связана вторая группа трудностей использования информационных мер при определении скорости этого процесса.

Можно перечислить следующие операции восприятия:

- 1) обнаружение объекта;
- 2) выделение в объекте отдельных признаков, соответствующих задаче, стоящей перед наблюдателем; к числу таких признаков можно отнести цвет, фактуру, величину, форму и т. п.;

3) ознакомление с выделенными признаками;

4) опознание знакомых предметов; эта операция может протекать в двух формах: в форме поэлементного сличения и в форме мгновенного узнавания, которое практически сливается с обнаружением.

Каждая из указанных операций у разных наблюдателей может находиться на разных фазах функционального развития. Следовательно, определение скорости восприятия нельзя проводить без учета того, какая из перечисленных операций выполняется наблюдателем и на какой фазе развития находится данная операция. В опытах Глезера, Цыкуновой и Цуккермана пропускная способность зрительной системы определялась на последней фазе развития опознавательного действия, так как испытуемым показывались хорошо известные им предметы.

Большие трудности применения количественных мер к процессам восприятия вызываются необходимостью анализировать воздействующие стимулы и определять их информативное содержание. В многочисленных исследованиях, посвященных определению пропускной способности зрительной системы, авторы в известной мере произвольно устанавливали информативное содержание предъявляемых стимулов, выбирая тот или иной «алфавит» и определяя возможное число альтернатив. Однако возможны случаи несовпадения «алфавита», выбранного экспериментатором, и «алфавита», используемого наблюдателем. Повидимому, в принципе нельзя раз и навсегда определить информативное содержание объекта, так как оно динамично и изменяется вместе со способностью наблюдателя к восприятию. При этом наблюдатель либо сам устанавливает для себя систему кодирования, либо усваивает систему, уже выработанную для него. Таким образом, мы снова пришли к уже высказанному ранее положению о необходимости учета оперативных единиц восприятия и соотношения этих единиц с теми, которые предъявляет экспериментатор. Эти оперативные единицы можно определить лишь путем экспериментального изучения элементов операций восприятия и тщательного анализа элементов, с которыми они производятся.

Не меньшее значение имеет определение того содержания, которое осталось у наблюдателя после ознакомления. Дело в том, что с помощью имеющихся в психологии методов далеко не всегда можно полностью определить то содержание, которое выделил наблюдатель в процессе ознакомления. Эквивалентность стимулов вовсе не означает эквивалентности образов, которые ими вызываются. Определение пропускной способности наблюдателя без учета оперативных единиц, которые им реально используются, без учета условий протекания и фазы функционального развития процесса восприятия не может отвечать своему назначению — определению рабочих характеристик оператора. Сказанное выше свидетельствует о нестабильности рабочих характеристик оператора. Вместе с тем эти характеристики могут быть значительно повышены, в частности, путем перевода действия с одной фазы развития на другую и путем смены оперативных единиц.

6. Содержание современной инженерной психологии

В предшествующем изложении была сделана попытка выделить специфические проблемы инженерной психологии, отличающиеся от традиционной проблематики психологии, физиологии и гигиены труда. Эта проблематика однако отнюдь не выпадает из поля зрения инженер-

ной психологии. Напротив, значительное число проблем, выдвинутых психологией труда, а также выработанные в ней приемы исследования должны быть использованы и при проектировании автоматизированных устройств. Необходимо также иметь в виду, что в нем не были рассмотрены и многие специальные вопросы, которые непосредственно относятся к области инженерной психологии.

В числе этих вопросов следует в первую очередь указать на такие вопросы, как выработка критериев надежности, точности, помехоустойчивости, степени психической напряженности, утомления в работе операторов. В сфере инженерной психологии остается и проблема отбора операторов, решение которой также должно исходить из анализа деятельности оператора с моделью. По-видимому, эта деятельность может потребовать более развитого пространственного воображения, повышенной скорости восприятия и некоторых специальных личных качеств оператора. Возможно, возникнет и проблема изучения специфических эмоциональных проявлений оператора, переходящего от действия с реальными объектами к действию с моделями.

В настоящей книге рассматриваются все перечисленные вопросы, но некоторые из них лишь частично в объеме, который обусловлен экспериментальными данными, находившимися в распоряжении авторов.

Решение задач инженерной психологии требует широкого размаха исследований, привлечения специалистов, компетентных в самых разнообразных областях знания, и концентрации усилий многих специалистов в этой области. Одна из особенностей работы в этой, на первый взгляд, прикладной, области исследования состоит в том, что решение отдельных частных вопросов вне ясного понимания всего круга проблем будет приносить мало пользы. Так, например, уменьшение ошибок у одного оператора и увеличение скорости работы другого не может решить проблему надежности и эффективности системы в целом. Особенно на первых этапах развития инженерно-психологических исследований они должны быть направлены в значительной степени на решение узловых теоретически значимых задач. Это необходимо прежде всего для того, чтобы преодолеть господствующий в настоящее время в большинстве работ по инженерной психологии эмпиризм, толкающий исследование по малоэкономному и малоэффективному пути.

Многие из перечисленных задач не являются новыми. Значительный опыт решения аналогичных задач, возникающих в связи с анализом деятельности человека с реальными объектами, накоплен и в психологии труда, и в общей психологии, и в других науках о человеке. Нельзя, однако, недооценивать трудности возникших новых аспектов этих задач, которые требуют разработки новых более сложных методов исследования и обработки данных, более сложной аппаратуры для имитации деятельности, для регистрации и анализа психофизиологических характеристик оператора в системах управления.

Последнее делает необходимым серьезное перевооружение исследователей в данной области. В первую очередь это относится к применению в работах по инженерной психологии математических методов. Поэтому практически в содержание современной инженерной психологии входят и такие проблемы, как проблема использования в исследовании психических процессов понятий теории информации, методов их статистического анализа и принципов их математического моделирования. То же относится и к системам автоматического анализа получаемых в инженерно-психологических исследованиях психофизиологических показателей, особенно электро-энцефалографических.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глезер В. Д. и Цуккерман И. И. Информация и зрение. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1961.
2. Зинченко В. П. Восприятие и действие (сообщ. I—II). «Докл. АПН РСФСР», 1961, № 2, 5.
3. Зинченко В. П. и Тараканов В. В. Становление и развитие перцептивных действий. «Вопросы психологии», 1962, № 3.
4. «Инженерная психология». Сб. переводов. Изд-во «Прогресс», М., 1964.
5. Леонтьев А. Н. и Кринчик Е. П. О применении теории информации в конкретно-психологических исследованиях. «Вопросы психологии», 1961, № 5.
6. Леонтьев А. Н., Панов Д. Ю. Психология человека и технический прогресс. «Философские вопросы в физиологии высшей нервной деятельности и психологии». Изд-во АН СССР, М., 1963.
7. Ломов Б. Ф. Человек и техника. «Очерки инженерной психологии». Изд-во ЛГУ, 1963.
8. Шехтер М. С. Изучение механизмов симультанного узнавания. «Докл. АПН РСФСР», 1961, № 2, 5.
9. Chapanis A., Garner W. R., Morgan C. T. Applied Experimental Psychology: Human Factors in Engineering Design. «John Wiley and Sons», N. Y., 1949.
10. Chapanis A. Engineering psychology. «Annual Rev. Psychol., v. 14». Palo Alto, Calif. Annual Revs. 1963, pp. 285—318.
11. Fitts P. M. (Ed.) Human Engineering. Washington, D. C.: National Research Council, 1951.
12. Kraft J. A. «Human Factors», 1961, vol. 3, No. 4, pp. 253—283.
13. Mc Cormick E. J. Human Engineering. Mc Graw—Hill, N. Y., 1957.

ГЛАВА II

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПСИХОЛОГИИ И ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Л. В. ФАТКИН

Как и всякая наука, теория информации сложилась внутри определенного круга ограничений, о которых следует, вероятно, сказать более подробно, чем это делалось до сих пор в специальной литературе. Теория информации находит широкое применение не только в технике, но и в психологии, физиологии, медицине, лингвистике, генетике и других традиционно нематематических науках. Согласование столь удаленных друг от друга дисциплин не всегда проходит успешно. Ошибки чаще всего возникают тогда, когда, не принимая специальных мер предосторожности и не оговаривая этого, нарушают условие непротиворечивости системы абстракций, принятой в теории информации, и продолжают пользоваться ее понятиями. Четкое представление о границах применимости теории не менее важно, чем знание ее основных теорем и понятий. Изложение основ теории информации, системы абстракций, используемой в ней, и условий ее применимости в психологии и составляет предмет настоящей главы.

Для построения теории все случаи передачи качественно различных сведений должны быть сведены к обобщенной абстрактной схеме линии связи (рис. 1). Приведем определения функциональных частей блок-схемы.

Источник информации обладает некоторым множеством S различных и разнозначимых для *получателя* сведений, совокупность которых называют сообщением. *Получатель* — лицо или объект, которому предназначено сообщение. *Отправитель* — лицо или объект, который выбирает из множества сообщений одно, подлежащее передаче. Части блок-схемы обобщенной системы связи, обведенные на рисунке пунктирной линией, в большинстве своем представляют технические в широком смысле слова средства связи.

Передачик преобразует сообщение в сигнал, способный распространяться по *каналу*, представляющему собой физическую среду, посредством которой передаются сигналы от передатчика к приемнику. В канале сигнал может быть искажен и на него могут быть наложены помехи. Детерминированные искажения в принципе всегда устранимы, поскольку они появляются как результат известной операции над сигналом. Обратной операцией над искаженным сигналом восстанавливают исходный. Помехи имеют стохастический характер и результат их воздействия нельзя предвидеть точно, поэтому методы снижения

Vicarious Perceptual Actions: A Study of The Motor Components of Recognition, Immediate Memory and Thinking

VLADIMIR P. ZINCHENKO

Moscow State University

ALL EXPERIENCED RESEARCH workers who have studied the ontogeny of human behaviour would agree that it is impossible to separate the processes of perception, reasoning and performance during the early stages of a child's development. The connection between perception and action in the first months of an infant's life is easily demonstrated; according to Piaget's data (1954) and later confirmed by Bruner (1968), a 6- or 7-month-old child finds great difficulty in differentiating between an image and a motor action. The child's behaviour confirms this if he is observed while looking for an object that has disappeared from his visual field. Gradually perception acquires an autonomy distinct from action, the situation is analogous when we consider the intellect. The ontogenetic ties between perception, reasoning and performance have often been overlooked; as a result thinking is studied separately from behaviour and behaviour is considered apart from perception; skills are studied separately from perception and perception apart from performance. Despite the specialized methods of investigation which have been developed and the vast amount of data accumulated in certain areas of psychology it is important to inquire to what extent it is still helpful to preserve the traditional sharp distinctions between perception, memory and performance.

Recently a gradual blurring of these distinctions has become discernible. A few illustrations may help to explain how it is possible to investigate cognition and performance with a new technique. It is unnecessary to say that this task is closely connected with the great difficulty experienced in integrating the mass of data from research in

Academic PRESS. 1970

perception, thinking and action. For the psychologist, the difficulties of thinking in general terms about sensory and motor processes are greatly magnified when we consider the child who is in the process of establishing sensory-motor co-ordination. Progress towards the solution of a problem such as the development of voluntary actions and skills was achieved only after the gap between the study of the alphabet of images and the motor alphabet was bridged. Investigations by Zaporozhets (1960) indicated that the key to the problem of skill development lies in the study of orientation-search and the study of perceptual activity; the latter leads to the formation of perceptual images which control performance. However, close ties between perceptual activity and skills are best observed when skills are in the formative stage. Once they have been established, perceptual actions do not participate in their realization in any very obvious way, and the specific mode of image regulation of skills becomes less and less evident.

Galperin's (1959) work demonstrated that there are different types of orientation-search and different types of perceptual activity at the basis of mental actions. Moreover, there have been a number of publications dealing with the problem of the mutual relations and connections between the exterior, practical activity, and the inner, mental activity. Leontiev has summarized the main features of the attempts made to solve this problem and emphasized the significance of mutual transformations of the exterior, practical and the inner, mental activity. On the basis of psychological and genetic-epistemological research he presents convincing evidence for the connections between external and internal activity.

The development of a perceptual image, and of the actions to be performed, not only precedes the attainment of motor skills but is itself realized by the participation of the motor processes. Other processes, such as those of so-called simultaneous recognition, cannot be considered as special skills (irrespective of arguments about perceptual learning) until a motor alphabet, on the basis of which the above mentioned processes are realized, is discovered and studied.

The examples given above draw attention to the fact that only at the primary stages of development are the interactions between cognition and performance clearly observed. In adult forms, any interactions taking place would only exist implicitly. As Leontiev (1959) stated, the specific attribute of various complex psychological abilities and functions is the way in which, having once been formed, they function in the course of time as a unity and do not reveal their complex and compound nature. These complex psychological processes are characterized by

relatively simple immediate actions. Leontiev suggests that complex psychological abilities and functions should be conceived as the result of special functional organs being formed in the course of our individual development. Here he uses *organ* in the sense in which Uchtomsky (1950, p. 299) used it in expressing his idea of "physiological organs of the nervous system". Dwelling on the development of functional organs, Leontiev says that their effector links would be reduced or impeded, and so they come to serve as central controlling processes. This covert form of action (i.e. of perception participating in thinking and thinking participating in action) makes for great difficulty in studying the psychological mechanisms underlying these processes. The question arises as to whether all these difficulties are substantial and also to what extent they reflect inadequate experimental techniques. An alternative view, which we have accepted and chosen to investigate in connection with the activity of the visual system, is that the difficulties reflect primarily the problems of separating the integral activity into its component parts.

Our hypothesis rests on the fact that in the course of development the functions of the visual system are improved and elaborated; changes occur not only in the image alphabet but also in the motor alphabet. A specific system of actions, with its own physical attributes, is equally necessary for simultaneous recognition, recall, reproduction and problem-solving. This hypothesis is connected with the notion of organs. However, the principal theme of the study does not deal with the development of these organs nor with central brain processes; our particular concern is with the effector links of the motor alphabet and whether these vary in complexity. The succeeding sections deal with the background to the hypothesis and its experimental investigation.

VICARIOUS BEHAVIOUR AND ORIENTATION-SEARCH ACTIVITY

The hypothesis about recurring changes of the motor alphabet in the development of psychological abilities and functions arose from work on the analysis of vicarious trial and error behaviour as well as from data on orientation-search activity. The concept of vicarious trial and error (VTE) was introduced by Muenzinger (1938) and refers essentially to the stage reached in development when true performing reactions are replaced by orienting reactions. The latter anticipate the performance of one form of behaviour or another. Vicarious trials and errors have their own motor alphabet which consists in head movements, limb move-

ments and movements of the sense organs, all of them being directed to examining the object or situation. [When these movements disappear the number of trial and error responses diminishes. Vicarious trial and error was studied by Tolman (1939); on the basis of his investigations Tolman concluded that the VTE process itself represented partial errors. Under certain conditions the density of vicarious trials increases until they become an independent aspect of behaviour, directed at the mastery of the situation: such behaviour, according to Tolman, has a "vector of identification" which comes into conflict with behaviour which is directed by the "pragmatic vector". Thus the concept of vicariousness implies that an orientation-search form of behaviour is being established on the basis of performance, and this slowly replaces the initial responses. Analogous description and research were used by Pavlov's school and in more recent work on the ontogeny of orientation-search activity (Zaporozhets, 1960). Poddyakov (1965) traced the ontogeny of orientation-search activity and Galperin drew attention to the fact saying that, contrary to the behaviourists' point of view, Soviet investigators treated the orientation-search activity as a means of determining object relations between phenomena, and also as a channel reflecting those relationships in the brain processes. It is significant to note that in this paper the system of perceptual actions, the exterior form of which is similar to the perceived object and which is directed to the development of the image, should itself represent a derivative of orientation-search activity.

Thus, the perceptual actions rest upon their own motor alphabet (see Zaporozhets *et al.*, 1967; Zinchenko, 1967) and represent a specific self-regulating process which provides feedback adapted to the peculiarities of the investigated object. The performance of this system of actions results in the development of a perceptual image of the object and this image controls subsequent performance and orientation-search behaviour. During development perceptual actions become differentiated from practical performing (motor) actions (including vicarious ones) and acquire their own specific qualities.

A system of stages may be traced in the development of behaviour; practical actions are replaced by orienting ones and these are in turn replaced by perceptual ones. The emergence of each stage makes behaviour more adaptive and increases the chance of learning and of anticipation. During the development of each stage the motor alphabet of the previous stage is employed initially, this is perfected and acquires new features which give rise to the motor alphabet of the succeeding stage. Each new form of action may be considered as vicarious, it

extends the previous stage rather than rejects it. The question arises as to whether the system of perceptive actions is the "last substitute". Study of visual system activity, however, suggests that this is not the case. The perceptual, mnemonic and intellectual activities have a complex structure and certain stages may be followed in their developments.

METHOD OF INVESTIGATION

In order to examine the hypothesis, stabilized retinal images were used along with different methods of measuring eye-movements. The methods suggested by Ditchburn and Fender (1955), Pritchard (1961) and Yarbus (1965) served as prototypes for the stabilization technique and they were modified in accordance with the tasks employed. With the technique of stabilized retinal images it was possible to employ a wide range of tests used in the psychological study of vision, though three-dimensional objects and moving objects led to certain difficulties. The three main techniques discussed below were perfected in our laboratory by Vergiles and Zinchenko (1967a, 1967b).

1. *Image Stimulation with an External Light Source*

One of the principal problems with the existing methods of working with stabilized retinal images relates to the limits imposed on the length of the investigation. There was little advantage therefore in comparison with the tachistoscopic technique which increases the effective time of the experiment. We were thus faced with the task of finding conditions under which the image would be stable and visible for longer periods and under which satisfactory experiments would be possible. By a theoretical analysis and by experimental study we developed certain experimental conditions which permitted lengthy observation of stabilized retinal images. This was achieved by alternately switching to light sources of different colours; under these conditions the observer saw the image continuously and without fragmentation.

The stabilization of the image on the retina was attained by means of a sucker; the axis of the sucker's optical system was displaced at an angle of 45° to the axis of the body, and the central position of the sucker coincided with the visual axis of the eye. The focal distance of the lenses used in the sucker were 9 mm and 5.5 mm. In the first case the angle of the visual field was $30^\circ \times 30^\circ$, and in the second $60^\circ \times 60^\circ$. In order to increase the sharpness and depth, diaphragms with apertures ranging from 0.8 to 1.5 mm were used. Black and white or coloured photographic negatives were used to provide stimuli. The device

consisted of an outer source of light which, passing through the collecting lens, lit the matt-surface screen on the sucker. An obturator was placed between the lit object glass and the collecting lens to help change the luminosity of the matt screen in the course of the experiment. During the experiments the system was arranged in such a way that the lighted screen in the sucker was closer to the eye than the focal length of the lens, a position which permitted the exclusion of light rays from the screen despite any eye movement or rotation. The number of rotations of the obturator when fitted with light filters could be varied from 0.3 to 1.5 per second. This technique, which increased the time during which the stabilized image could be observed, was used to study various perceptual processes; the construction of an image, the recognition processes and the visual examination of objects.

2. A Stabilization Technique for Studying Changing Images

In the investigations of perception with stabilized retinal images we took the opportunity of studying changing images, presented either upon the same part of the retina or on different parts, in addition to the tachistoscopic presentation of images. A special sucker, in the construction of which inertialess electroluminescent radiators were used, met these requirements. Electroluminescent plates were placed on the tube perpendicular to one another and a translucent mirror with a reflection coefficient of approximately 50 per cent was placed at the point where their normals crossed. The plane of the mirror was slanted at an angle of 45° to the optical angle of the sucker. When the central radiator was switched on, part of its light passed through the translucent mirror and reached the object glass, the remainder was reflected at an angle of 90° . This also happened when the side radiator was switched on, although in this case it was the reflected ray which reached the object glass. An external light source could be used instead of one of the radiators. This technique is flexible because it is possible to use combinations of differently coloured electroluminescent radiators and it is possible also to control the brightness of their separate parts.

3. An Electromagnetic Technique for Recording Eye Movements

When tests were performed without electroluminescent radiators, an electromagnetic record of eye movements was obtained. The principle of the alternation of a directed electromagnetic field, depending on the distance between the radiator and the receiver, is fundamental to the technique of eye-movement recording by an electromagnetic transducer. The radiator, fixed on the sucker, directs the alternating electromagnetic

field in the receiving coils, which are connected to pre-amplifiers. The signal, after passing through a smoothing filter, is amplified by d.c. amplifiers and displayed on a cathode ray oscilloscope. Registration is accomplished by image-photo and image-copying; it is also possible to achieve intermediate recording of this registered image on a tape recorder.

The important advantage of this technique is the rapid conversion which may be achieved from one registration scale to another, and also the simultaneous registration on various scales. This technique permits precise registration equal to 0.5 minutes of arc and so relieves the experimenter of the need to adjust the optics in the course of an experiment. But time saved is important when working with suckers. This technique was used for studying perception under stabilized conditions and also under free conditions.

RESULTS: THE PERCEPTION AND RECOGNITION OF STABILIZED IMAGES AND THE MECHANISM OF THE FUNCTIONAL FOVEA

From the psychological point of view there is no essential difference between perception under the conditions of a stabilized retinal image and under free conditions. Under stabilized conditions the subjects successfully solve many problems; learning Japanese hieroglyphics, geometrical configurations, solving maze problems, finding the break in Landolt rings and so on. The solution of these problems under conditions of image stabilization tends to be poorer in quality and takes two to three times as long. It is interesting to note that whilst solving the problems all the subjects formed a clear impression that they were scanning the object.

The results obtained from experiments with stabilized images suggest that some mechanism, which may be likened to foveal scanning of the perceptual field, is involved in the solution of complex visual problems. This mechanism permits the subject to perceive sequentially information received by different parts of the retina. Thus a phenomenon of *ideal attention*, which is not connected directly with the position of the eye, was obtained in these experiments.

The eye movements, which were recorded under conditions of stabilization, correspond closely with the subject's impressions regarding his shifts of attention. If the subjects were instructed not to move their eyes during the experiment they were unable to solve complex search problems and unable to learn geometrical configurations. Under

conditions of stabilization of the image therefore the eye movements are markedly reduced when compared with the angular size of the objects presented. By these criteria the movements which take place under conditions of stabilization are similar to the post-tachistoscopic eye movements. I shall return to this comparison below.

As our observations demonstrate, the direction of eye movements under conditions of stabilization is related to the position of the object in the visual field. This provides evidence for suggesting that with varied positions of the eye, the role of different receptive fields of the retina would be changed, i.e. some of them would be activated while the others would be inhibited. From this approach the function of eye movements under stabilized conditions might be regarded as a mechanism of successive and directed activation of various receptive fields, corresponding to those parts of the image which carry information.

Thus a detailed study of the process of image development, visual search, and recognition under stabilized conditions, has demonstrated that all these processes function on the basis of their proper motor alphabet. This alphabet has been called the alphabet of vicarious perceptual actions; and vicarious perceptual actions themselves represent a selective shift of sensitivity in separate parts of the retina, the change being controlled by small eye movements. These movements are made in the zone of $2-4^{\circ}$ and may be either drifting or rapid and saccadic. Psychologically the motor alphabet is expressed as an ability to shift attention over the whole field of the stabilized image. A mechanism compensating for the stabilization of the anatomic fovea was found; this we called the "mechanism of the functional fovea".

In contrast to external perceptual actions the extraction of information with the aid of vicarious actions is made not from the object itself but from an after-image which has accumulated in the visual system. It has been shown, by a special analysis, that the perception of a stabilized image is identical with the perception of an after-image. The stabilized image is projected on one and the same part of the retina and its projection is not changed by eye movements; the after-image, which is also stable as regards the retina, behaves analogously. Should the stabilized image and the after-image move in relation to one another the solution of problems under the stabilized conditions (with the techniques we have used) would be impossible. In our view the perception of a stabilized image and an after-image constitute two stages of a single process, whilst the extraction of information under stabilized conditions and from an after-image are accomplished by one mechanism. This mechanism, known as the mechanism of vicarious perceptual

actions, ensures that an image is scanned after a tachistoscopic presentation.

An investigation carried out in our laboratory has demonstrated that the so-called simultaneous recognition is arbitrary (Rumyantsev *et al.*, 1968). When the test image was replaced by a noise field, relevant to the test image, the minimal exposure time sufficient for recognition was of the order of 80–100 milliseconds. Lower exposure times reported by other authors might be explained by the fact that the noise field did not secure the effective obliteration of an image on the retina. This is important in the present context because 100 milliseconds is long enough to make the eye movements necessary for the recognition of familiar stimuli. When the noise field is not used the exposure times required are significantly less. In this case eye movements are also necessary, but with their assistance the information is extracted not from the object itself, but from the after-image on the retina.

Perhaps the most convincing and delicate experiment demonstrating the necessity of vicarious perceptual actions was an experiment aimed at an investigation of immediate memory span. In collaboration with Vergiles (Vergiles and Zinchenko, 1967b), we used the stabilization technique which employed an electroluminescent source of illumination. The subjects were presented with tables containing 36 figures, the size of the table was $15^{\circ} \times 15^{\circ}$ and each figure was about 1° . A sucker was fixed on the subject's eye and the brightness of the test field gradually increased. The adaptation of the visual system, under these conditions of test-field stabilization, proceeded more rapidly than the increase in brightness. Hence, in the preparatory phase of the experiment the subject did not see anything, although the full brightness of the test field reached 570 foot lamberts. (This technique is called the method of sub-threshold accumulation of information.) The voltage on the test field was then sharply reduced, and at the same moment the neutral field was switched on; against its background the subject observed the negative after-image of the test table. On the experimenter's instruction the subjects read out the figures in the table: on average they could read 10–12 figures before the after-image disappeared, which is more than double the immediate memory span obtained in tachistoscopic experiments. Like Sperling (1960) we made use of the partial reporting technique and asked subjects to read out figures from different parts of the table. (The subjects were given instructions before the test field was switched on, i.e. in that phase of the experiment when they had not yet become aware of the available stimuli.) It appeared that the subjects were indifferent to what part of the after image they were asked to read

from, the span of material reproduced did not change. In fact the subjects seemed to memorize the whole test field in a short time provided that it was stabilized on the retina.

One cannot obtain such good results with tachistoscopic presentation, the visual system is unable to accumulate sufficient stimulus energy during a brief period of time. Under conditions of free visual perception (when the retinal image is not stabilized) the memory span obtained experimentally is substantially lower; this may be explained by the obliteration of the memory span artificially, the process taking place when the subject changes fixation points.

Vicarious perceptual actions are also required to read out information from the after-image without any conscious perception of the image presented. If the subjects are not allowed to make eye movements the results prove to be much more unsatisfactory.

VICARIOUS PERCEPTUAL ACTIONS AND THE MANIPULATING ABILITY OF THE VISUAL SYSTEM

Numerous facts suggest that the visual system is capable of certain "manipulating actions" in righting the distortion of perceived objects. The term "manipulation" is introduced by analogy with manual actions. The question arises as to whether it is possible to obtain any direct proof of this putative "manipulating" ability of the visual system. To test this we used reversible figures:

(a) Necker's cube, $15^\circ \times 15^\circ$ in size, (i) lit from time to time in different colours, (ii) presented against a background of electroluminescent radiators;

(b) Schreider's stairs; and

(c) concentric circles, with the diameters of the outer and inner circle of 10° and 7° respectively, the distance between the circles and the contour thickness being equal and measuring 1° .

All these tests involved the use of photographic negatives with a dark field and a bright figure. The images were presented both under stabilized and free conditions, when the sucker holding the object was placed before the eye but was not fixed on the eye. A three-dimensional model of Necker's cube was also used and under free perceptual conditions it was seen as three-dimensional. The last test in this series was the simultaneous presentation of the flat image of a cube with a three-dimensional spiral laid upon it, the contour thickness of the spiral being

about 5°. We also used a number of tests to study apparent movement under stabilized conditions.

This cycle of experiments demonstrated that under stabilized conditions the visual system gave the subject a number of images, the majority of which were imperfect and distorted. The most characteristic distortions reported were: (a) the subjects did not differentiate between flat and three-dimensional objects under stabilized conditions; (b) the three-dimensional truncated pyramid and its image looked alike, both as flat or three-dimensional; (c) in another experiment the subjects reversed the figures, e.g. they saw the smaller square either nearer or farther than the larger one; (d) the three-dimensional spiral, crossing the cube's image, was perceived as drawn on the cube's background and their positions were reversed. There were also moments during this experiment when the image took on an unusual form, for instance, two diagonals connecting the large and small squares seemed to be directed towards the subject, while two others seemed to be directed away from him. Analogous phenomena were observed when the subject was presented with a few concentric circles. The Necker cube test under stabilized conditions in combination with the eye-movement records showed that the reversal of the cube's perspective came only when the eye position was shifted. These data amount to some additional evidence of the fact that eye movements, under stabilized conditions, could lead to the shifting of the "functional fovea", and to the appearance of new points of view for the subject, so as to cause the above transformations of the stimuli which were presented.

Under stabilized conditions, when bright lines were flashing at the frequency of 0.6–0.8 cycles per second, the subject received a clear impression of apparent movement from each bright line. Moreover, a dark after-image of this line appeared to move in the opposite direction: the after-image moving closer to the subject while the bright line on the surface receded from him. Then the apparent movement and the after-image of this movement combined into a whole figure, which seemed to be a rectangle rotating around its own axis. On presenting two pairs of flashing lines placed one under the other, the effect of the rotating rectangle persisted, but in this case the subject observed two rectangles rotating in opposite directions around the same axis.

The phenomena described above indicate that, under stabilized conditions, the phenomenal field has a greater number of degrees of freedom compared with the subjective field of the perceived objects. Under stabilized conditions the subject meets with some difficulty in distinguishing the direct from the after-image, the static from the

moving object, the real from the apparent movement, the figure from the background, the flat from the three-dimensional object and so on. These phenomena then may be considered as different phases of object observation in one experiment. In the light of the facts obtained we suggest that the term "alternating image" is more correct for the one seen under stabilized conditions than the term "stabilized (fixed) image".

The technique used by us (involving the exclusion of image movement over the retina), paradoxical as it may seem, allowed us to test the ability of the visual system to achieve the visual manipulations of images. The conclusion to be drawn is that under conditions of free perception the possibility of image movement over the retina might at least impede to a considerable degree the analysis of this ability. Thus, eye movements not only take part in the development of an image, but also limit the number of degrees of freedom of the images presented.

It is quite clear that no orientation in this situation is possible with the aid of images that the subjects receive under stabilized conditions. The subject's task is to find and fix the adequate image among many inadequate ones. It seems that the problem of image organization and the problem of movement organization have something in common. In movement organization, control is exercised over excessive degrees of freedom of the body's kinematic links (Bernstein, 1947); in the process of image development, excessive and inadequate variants of the object's image are eliminated. The same mechanism secures the invariance of the image despite the numerous transformations of the stimulus.

The manipulating ability of the visual system discovered by us is of great significance in understanding the process of skill development. From the biomechanical point of view (Bernstein, 1947), there are a large number of degrees of freedom in the body's kinematic links, i.e. the performing aspect of skilled movement, while the visual system represents by itself an essential part of the skill control mechanism. We argue that the control mechanism, in comparison with the performance mechanism, cannot have fewer degrees of freedom, otherwise some degrees of freedom of the performance mechanism would not be controlled. The manipulating ability of the visual system represents a psychological aspect of this superiority in degrees of freedom attributed to the control mechanism of a skill.

In conclusion we may say that the essential feature of vicarious perceptual actions is that they depend on images as their media instead of real objects. The suggested manipulating ability goes beyond the limits of the traditional conception of perceptual functions, and we are

thus led to believe that vicarious perceptual actions take part in performing more complex functions such as recall, visualization and problem-solving.

PERCEPTUAL ACTIONS AND THE SOLUTION OF COMBINATORY PROBLEMS

In psychological investigations the process of problem-solving is usually described in terms of visual metaphors, such as "enlightenment", "discovery" and "insight". The early experimental work emphasized the essential contribution made by the visual system in problem solving activities. The adherents of the Gestalt psychology talked about the significance of reconstructing and recentring the phenomenal field. Along with this, the creative act was, as a rule, contrasted with the active performance. The latter was allotted only some preparatory function; but the enlightenment itself, the discovery, was described in full conformity with the introspective data as a spontaneous and unconscious act. The same contrast between the preparatory and the decisive stage may be found in Kohler's (1956) classic study with apes.

In the light of the investigations into vicarious perceptual actions mentioned above, it seemed quite natural for us to try to check whether they took part in the solution process; and whether the vicarious actions made up a motor alphabet of thinking processes, which could be given a material basis. In other words, the thinking processes ought to have their own motor alphabet—just as any model of a real situation—that would allow both perceptual and thought transformations.

The hypothesis was that a real situation is not suitable for transformation; but its image is acceptable, composed either at the stage of "trial and error", or at the stage of the orientation-search perceptual activity accomplished in a purposive way. The real situation cannot serve as an object for immediate mental transformations: one must be detached from it, i.e. be free for a moment; otherwise it will constitute a hindrance to such transformations.

On the other hand the real situation is necessary to control the expediency and adequacy of these transformations; but the material for transformations of this kind should be the object's image, which can be manipulated into new relations with the aid of vicarious actions. If this suggestion is correct, then the preparatory stage of the solution process, in which the conceptions about the nature of the problem are formed, will necessarily be followed by a period of complete detachment from the situation—the stage of image transformations. This activity

of image transformation and its reconstruction should be performed with the assistance of a certain motor alphabet, which would differ from the alphabet of orientation-search perceptual actions, by both its biomechanical and its functional parameters.

The function of such a motor alphabet might be performed by vicarious actions of smaller amplitude, occurring either in the form of a drift or in the form of saccadic movements. Quite independently of the process of problem-solving, drift and saccadic movements of small amplitude have often been noted by investigators. The experimental task which we set ourselves was to check these assumptions. In these experiments we employed the technique of instantaneous registration of macro-eye-movements and of movements performed during fixation. The summary of the eye movement behaviour while scanning the stimulus field was recorded on one cathode-ray tube, and the movements during the fixation period were recorded on another which had a greater gain. The movement trajectory was registered with the cathode-ray tube, and the movement components were registered on a polygraph.

The use of oscilloscopes with a memory function permitted the experimenter to observe directly the eye movements and to compare them with the subject's verbal report. Depending on the task and aim of the experiment it was possible either to choose beforehand a registration field for the eye to move over or, after observing the eye movements, to choose a suitable field during the experiment. The visual field was also artificially limited to between 1 and 5° during the experiment by means of a sucker. Thus our technique made it possible to register and analyse the eye movements both at the scanning stage and during moments of seeming inactivity.

The main tasks given to the subjects in the course of the experiments concerned imaginary and simple manipulatory geometrical figures; for example, "Inscribe a star into a hexagon and count up the angles". The eye movements were studied in detail during the solution of the problem, "playing-5"; the various methods of solution have been studied in detail by Pushkin (1965). The problem is solved by the subjects quite quickly (30-60 seconds). We also studied the eye movements accompanying the solution of chess problems, with adults aged from 20 to 30 as subjects.

The experiments afforded confirmation of the data, obtained by many other workers, that whilst the eye is fixating a point there is some drift around the fixation point, as well as saccadic movements which reverse to the fixation point. The region in which both kinds of movements are made does not exceed 20-30 minutes of arc if the

subject observes the point over 10–15 seconds. If there is no fixation point and if there is no other visual task, it is possible to observe drift movements of small amplitude occurring in a larger region (up to 40–50 minutes of arc) during 10–15 seconds of recording; saccadic movements were almost completely absent.

With the problem of the mental representation of simple geometrical figures (the fixation point being absent), the drifts may be observed over a considerably larger region, approximately $2.5\text{--}3^\circ$ or more. These drift movements (made in the region of $2.5\text{--}3^\circ$) were first observed in problems requiring a mental representation of geometrical figures and their manipulation. On the basis of evidence obtained from the previous experiment, the drift movements are probably connected with the formation of an image (mental representation) of the stimulus. Subsequently small saccadic movements (approximately 1°) could be observed during the performance of the main task: the total extent of those movements was also limited within $2.5\text{--}3^\circ$. The movement trajectories were essentially similar in character to the trajectories observed during the period of greatest eye movement, when large amplitude movements were used to scan the stimulus field.

We may conclude, therefore, that whilst solving a problem the subjects either focused upon the field in which that problem was displayed or they attempted a solution without the aid of this display. Small saccadic movements may be interpreted as vicarious perceptual actions, which are the means of manipulating an image. With the visual field limited, the subjects found it more difficult to scan the problem, this technique therefore allowed us to distinguish more precisely the scanning movements of large amplitude from the vicarious actions of small amplitude; the latter occur even in the absence of an object in the visual field. Under these conditions the duration of fixation became as long as 50–60 seconds. The character of movements in the fixation region remained the same when the visual field was not limited. But in some cases the subjects were helped towards a solution by a narrow field, and in a few cases rapid jumps during fixation were replaced by small drifts (which may be interpreted as a means to aid the recall of the problem conditions which were presented) followed again by rapid jumps of small amplitude.

Finally, in the last series of experiments, "playing-5" was presented to the subjects orally, a problem which completely excluded large scanning movements of the eyes. In this the subjects had before them a neutral, homogeneously lighted field, and we observed an alternation of drift and small saccadic movements, which continued until the final

solution was made, or until the subject gave up attempting to solve the problem altogether. Analogous observations were made during the solution of chess problems, in which case the more complicated the problem for the subject, the greater the role played by vicarious perceptual actions. Moreover the drift was predominant in the case of the vicarious actions, when the problems were very difficult.

When the subjects in control experiments were presented with visual problems requiring them to extract letters or figures from tables, or solve maze problems, large eye movements predominated; there was little drift and small saccadic movements were infrequent.

The results of the investigation make it clear that perceptual activities contribute greatly to the process of problem-solving. A more detailed analysis of eye-movement activity, performed in the course of problem-solving, reveals a sequence of stages. In the first stage perceptual actions of large amplitude are observed. It is by these that the subject acquaints himself with the task and develops an image, his own conceptual model of the situation. In the next stage the subject seems to detach himself from the situation, and we observe drifting which indicates that he is visualizing the elements of the problem; this is the point at which the solution of the problem, "by the internal plan", begins. In the same stage the manipulation of the image or of a model is achieved through vicarious actions, such manipulation being purposive and adequate for the task of transforming and reorganizing the image.

Consequently, the image reorganization made by vicarious perceptual actions plays an essential part in the solution and in the elaboration of a system of actions, needed for obtaining a decision or for its execution. In this sense the solution process will, in fact, present by itself an *internalized activity*: an activity "in the internal plan", or an activity with the image of the situation. Enlightenment, insight and discovery are the results of this activity, which, properly, should have its own motor alphabet to justify its being called an activity. The important parts of the situation-image activity performed in the internal plan will be externalized by the system of vicarious perceptual actions, and so will be accessible to investigation.

On the whole the results obtained convince us that there are good prospects for investigating the various motor alphabets which are involved in simple information processes, as well as those involved in the more complex ones. It is hoped that the technique developed for the investigation of motor alphabets will help place on a firm experimental basis such problems as the "development of functional organs"

(Leontiev, 1959); the development of "physiological organs" of the nervous system (Uchtomsky, 1950); the "theory of schemata" (Oldfield, 1954); and finally, the development of motor skills. They all appear to be different ways of designating the same problem.

REFERENCES

- BERNSTEIN, N. A. 1947. *On movement organisation*. Medgiz Publ, Moscow.
- BRUNER, J. S. 1968. The growth of representational processes in childhood. *Voprosy Psikhologii*, 135-146.
- DITCHBURN, R. and FENDER, D. 1955. The stabilized retinal image. *Optica Acta* 2, 128-133.
- GALPERIN, P. Y. 1959. The development of investigation in mental action formation. *Psychological Science in the U.S.S.R.* Vol. 1. Acad. Pedagogical Sciences, Moscow.
- KOHLER, W. 1956. *The mentality of apes*. Humanities Press, New York.
- MUENZINGER, K. F. 1938. Vicarious trial and error at a point of choice. A general survey of its relation to learning efficiency. *J. genet. Psychol.* 53, 75-86.
- LEONTIEV, A. N. 1959. *Problems of mental development*. Publ. Acad. Pedagogical Sciences, Moscow.
- OLDFIELD, R. C. 1954. Memory mechanisms and the theory of schemata. *Brit. J. Psychol.* 45, 14-23.
- PIAGET, J. 1954. *The construction of reality in the child*. Basic Books, New York.
- PODDYAKOV, N. N. 1965. Development of dynamics of visual perceptions in children of pre-school age. *Voprosy Psikhologii*.
- PRITCHARD, R. M. 1961. Stabilized image on the retina. *Scient. Amer.* 204, 72-76.
- PUSHKIN, V. N. 1965. *Operative thinking in large systems*. Energiya Publ, Moscow and Leningrad.
- RUMYANTSEV, D. A., VERGILES, N. Y. and VUCHETICH, G. G. 1968. On the problem of recognition time in the obliteration of test objects by a noise field. *Proceedings of the 3rd Congress of U.S.S.R. Psychologists' Society*. Vol. 1. Prosvetsheniye Publ, Moscow.
- SPERLING, G. 1960. Information available in a brief visual presentation. *Psychol. Monog.* 74.
- TOLMAN, E. C. 1939. Prediction of vicarious trial and error by means of the schematic sowbug. *Psychol. Rev.* 46, 318-336.
- UCHTOMSKY, A. A. 1950. *The dominant as a factor of behaviour*. Collected works, vol. 1, p. 291-309. Leningrad.
- VERGILES, N. Y. and ZINCHENKO, V. P. 1967a. The problem of the image adequacy. *Voprosy Filosofii*, 4, 56-65.
- VERGILES, N. Y. and ZINCHENKO, V. P. 1967b. A functional model of the sensory link of the visual system and a possible mechanism of short-term visual memory. *Voprosy Psikhologii*, 144-147.
- YARBUS, A. L. 1965. *The role of eye movement in the visual process*. Nauka Publ, Moscow.
- ZAPOROZHETS, A. V. 1960. *Development of voluntary actions*. Acad. Pedagogical Sciences Publ, Moscow.

- ZAPOROZHETS, A. V., VENGER, L. A., ZINCHENKO, V. P. and RUZSKAYA, A. G. 1967. *Perception and action*. Prosvetsheniye Publ, Moscow.
- ZINCHENKO, V. P. 1967. Perception as an action. *Voprosy Psikhologii*, 3-7.



ПРОДУКТИВНОЕ ВОСПРИЯТИЕ¹

В. П. ЗИНЧЕНКО
(ВНИИТЭ и Факультет психологии МГУ)

Многие поколения исследователей задавались вопросом о том, как мы видим вещи такими, какими они существуют в действительности. По этому поводу в науке о зрении накоплен обширный материал и предложено много более или менее правдоподобных гипотез, которые формулировались в различных концептуальных терминах, существующих в философии, искусствоведении, психологии, физиологии, биофизике, математике, технике. Разумеется, исследования деятельности зрительной системы, проводившиеся в рамках указанных направлений, развивались далеко неравномерно. В будущей истории науки о зрении, по-видимому, не останется без внимания один поучительный факт. Вначале под влиянием бихевиоризма, затем — слишком широкого толкования классического учения об условных рефлексах, а в более позднее время под влиянием кибернетических идей в психологии резко упал интерес к образным явлениям. Он сохранялся лишь, пожалуй, в одной сфере — в сфере психиатрии, где сама фактура исследовательского и лечебного материала не позволяла игнорировать образные и галлюцинаторные феномены. В начале 60-х годов представители различных психологических, физиологических направлений и школ вновь обратились к давно забытой тематике исследования образных явлений. По меткому замечанию Р. Хольта [15], образы возвращаются из изгнания. Как это обычно бывает в науке, восстановление в правах традиционной тематики произошло как под влиянием внутренней логики исследования проблем перцепции, так и под влиянием сравнительно новых областей науки и техники. Если проследить пути развития только некоторых из них — теории дизайна, инженерной психологии и теории творческой деятельности (как особого раздела искусствоведения, науковедения и психологии творчества), — то станет очевидно, что возврат к образным явлениям обусловлен несостоятельностью бихевиоризма и близких к нему физиологических теорий обусловливания в объяснении и целенаправленной организации сложных форм поведения и психической деятельности².

Бесспорное философское положение о ложности эпифеноменалистической трактовки сознания стало приобретать практический смысл. Пренебрежение феноменальным миром человека, столь характерное для бихевиоризма, стало тормозить развитие психологической теории и ее прикладных областей. Парадоксально, что с особенной ясностью это выступило в области моделирования и машинной имитации высших психических функций. По мере того, как выяснялось, что модели, модели, модели... представляют не многим более, чем слова, слова, слова..., этот парадокс становился все менее удивительным. Модели психического, построенные на основе бихевиористических представлений, физиологических теорий обусловливания или представлений гештальтпсихологии, отражали де-

¹ Вечерняя лекция, прочитанная на IV съезде Всесоюзного общества психологов СССР. (Тбилиси, июнь 1971).

² К сожалению, с довольно значительным опозданием стали вспоминать высказывания И. П. Павлова о том, что образование знания, установление нормальной связи вещей условным рефлексом назвать нельзя. По его словам — это другой случай.

фекты теоретических конструкций этих направлений. Поражают своей безответственной наивностью такого рода модели творческой деятельности, разного рода «универсальные решатели проблем», эвристические программы и т. п. Во всех этих случаях происходит подмена объекта моделирования — творческой деятельности — практическими задачами, решение которых требует больших комбинаторных способностей.

Современные ЭВМ, решая задачи, оперируют по сути дела вторичным, или скорее, *N*-ричным отображением реальности. Серьезный недостаток этого отображения состоит в том, что в него включается информация, релевантность которой определяется человеком. Отбор такой информации, кстати, представляет собой наиболее трудную и ответственную часть процесса решения. Таким образом, ЭВМ лишена полноценного контакта с реальной проблемной ситуацией, с предметным миром.

Зрительные образы представляют собой в известном смысле первичное отображение реальности. Это отображение, разумеется, опосредствовано социально обусловленной и усвоенной в процессе развития восприятия системой сенсорных эталонов [11]. Но так или иначе наличие первичного отображения проблемной ситуации или возможность предметного представления этой ситуации удерживает человека от многих ошибочных действий и ходов мысли. Об этом не стоило бы писать столь подробно, если бы современного человека не ставили в положение эвристической программы. Операторы современных автоматизированных систем управления по сути дела также лишены непосредственного контакта с реальностью. Они работают в мире символов, кодов, информационных моделей, которые далеко не всегда легко соотносимы с реальностью. И в этой ситуации необходим длительный период обучения, в процессе которого оператор, как бы исправляя ошибки разработчика и конструктора, вырабатывает у себя способность предметного, образного, пространственного восприятия реальности, отображенной в информационных моделях автоматизированных систем.

В искусствоведении издавна существует мнение о том, что изобразительное искусство неразрывно связано с созданием визуальных систем. Мы часто встречаемся с такими высказываниями, что благодаря воображению глаз способен не только воспринимать, но и структурировать мир, видеть его в новых формах. Искусство создает новые способы изображения мира и вместе с тем формирует его новое видение. В понятийном обиходе искусствоведения, массовых средств коммуникации, дизайна все чаще встречаются такие термины как «язык форм», «непосредственная визуальная убедительность», «знаковое, визуально-символическое содержание», «визуальный капитал», «лингвистика зрительного образа» [2], [7], [16]. Существуют специальные исследования, в которых история изобразительных средств живописи рассматривается как история овладения арсеналом, например, иллюзий восприятия. Интересен психологический анализ особенностей передачи глубины на плоскости в различных школах живописи [23]. В упомянутой книге Гомбрих писал, что искусствоведение будет все в большей степени нуждаться в сведениях о языке построения зрительного образа. В неменьшей степени такие сведения необходимы при проектировании различных устройств отображения информации, предназначенных для операторов автоматизированных систем управления. В частности в инженерно-психологических исследованиях последних лет большое внимание уделяется анализу отрицательных последствий игнорирования зрительных иллюзий. Фишер и Лукас приводят многочисленные примеры ситуаций, в которых у операторов возникают различные зрительные иллюзии [22]. Таким образом, для теории и практики живописи, скульптуры, архитектуры, дизайна, массовых средств коммуникации, системо-техники и инженерной психологии важнейшее значение приобретает анализ процесса формообразования. Более того,

едва ли будет большим преувеличением признание, что формообразование как деятельность становится массовой профессией. Центральная задача специалистов, работающих в этой области, состоит в порождении новых образов, новых визуальных форм, несущих определенную смысловую нагрузку. Появление этой профессии вольно или невольно послужило одним из оснований возобновления интереса к образным явлениям.

Но было бы неверно думать, что происходит возрождение лишь традиционной тематики исследования. Происходит определенная трансформация классической проблемы. В ней появляются новые оттенки, и для исследования процесса формирования адекватного реальности образа становятся узкими рамки традиционно очерченного круга проблем восприятия. Если попытаться кратко обозначить эти новые оттенки проблемы, то их суть состоит в том, что исследователей все больше занимает продуктивное восприятие (ср. с продуктивным мышлением). Иными словами, проблема формирования образа данного объекта дополняется проблемой порождения, образа нового объекта. В контексте психологического исследования деятельности зрительной системы представляет интерес выделение таких характеристик этой деятельности, которые обеспечивают, например, не только восприятие формы, но и видение новой формы, то есть участвуют в процессе формообразования. При этом речь идет не столько об особых психических процессах, таких как фантазия, воображение и т. п. Продуктивные элементы восприятия, по-видимому, вплетены в ткань этого процесса, что серьезно затрудняло их выделение и исследование в сколько-нибудь «чистом» виде. Поэтому процесс воображения анализировался преимущественно по продукту того или иного вида деятельности. В дальнейшем мы попытаемся показать, что исследования формирования образа и опознания дают возможность лучше понять процессы порождения образа, продуктивного восприятия и даже процессы визуального мышления.

*

Согласно современным представлениям, восприятие представляет собой совокупность процессов, обеспечивающих субъективное, пристрастное и вместе адекватное отражение объективной реальности. Адекватность образа, его соответствие действительности даны не изначально, а достигаются благодаря тому, что при его формировании происходит уподобление [17], то есть подстраивание воспринимающих систем к свойствам воздействия. В движении руки, ощупывающей предмет, в движении глаза, прослеживающего видимый контур, в движениях гортани, воспроизводящих слышимый звук — во всех этих случаях создается копия, сопоставимая с оригиналом; сигналы рассогласования, поступая в нервную систему, выполняют корректирующую функцию по отношению к формируемому образу и соответственно к практическим действиям, реализующимся на основе этого образа. Следовательно, восприятие представляет собой своеобразный саморегулирующийся процесс, обладающий механизмом обратной связи и подчиняющийся особенностям отражаемого объекта. В подчинении восприятия объекту проявляется лишь одна из функций обратной связи. В психологии зрительного восприятия издавна известны факты, свидетельствующие о том, что при неизменных условиях и при наличии сформированных оперативных единиц (или перцептивных гипотез, имеющих у наблюдателя) возможно неоднозначное восприятие. Субъект способен наблюдать те или иные изменения в субъективно воспринимаемом образе или феноменальном поле при отсутствии изменений воздействующей стимуляции. Иными словами, между множеством сетчаточных проекций объекта (оптическим полем) и множеством субъективно воспринимаемых образов (феноменальным полем) отсутствует однозначное соответствие. Каждому элементу оптического поля соответствует некоторое множество элементов

феноменального поля. Задача наблюдателя, попадающего в такую ситуацию, состоит в выборе среди этого подмножества элемента, наиболее соответствующего, с одной стороны, воспринимаемому объекту, с другой стороны, — задачам его деятельности. Известно достаточно большое число подобных ситуаций. Это могут быть колебания в восприятии околороговых стимулов, фрагментарное или полное исчезновение и восстановление стабилизированного образа, обращение фигуры и фона, чередование вариантов пространственной ориентации фигур в изображениях с неоднозначной перспективной или, наконец, чередование неоднозначных смысловых изображений. Во всех рассмотренных примерах стимуляция, вызывающая динамичный образ в ее восприятии, характеризуется некоторой неоднозначностью, допустимостью различных вариантов трактовки. Следовательно, существуют условия, в которых феноменальное поле оказывается относительно независимым от внешней стимуляции. Эта независимость выражается в изменениях субъективно воспринимаемого образа, то есть в некоторой динамике феноменального поля. Такую динамику можно рассматривать как проявление манипулятивной способности зрительной системы, способности к преобразованиям видимого зрительного образа с помощью системы внутренних, викарных перцептивных действий.

Можно предположить, что роль феноменальной динамики или манипулятивной способности зрительной системы в общей структуре восприятия состоит в том, что преобразования образа предъявленного объекта необходимы для адекватного восприятия и имеют целью приведение образа в соответствие с одним из эталонов, содержащихся в долговременной памяти. Изменяющийся образ непрерывно сопоставляется с эталоном, и преобразования осуществляются до тех пор, пока не будет достигнуто соответствие. Феноменальная динамика представляет собой средство уподобления объекта субъекту, о котором писал А. В. Запорожец [9]. Таким образом, если уподобление воспринимающих систем свойствам воздействия, то есть формирование адекватного перцептивного образа, происходит посредством внешних перцептивных действий, то уподобление объекта субъекту, то есть перевод получаемой информации на «язык» освоенных субъектом оперативных единиц восприятия происходит посредством викарных перцептивных действий. И те и другие действия обладают собственными механизмами обратной связи. В первом случае обратная связь направлена от образа к объекту, во втором — от задачи к образу. Узловым пунктом встречи этих разнонаправленных каналов обратной связи является, по-видимому, кратковременная память, о которой речь пойдет ниже.

*

Обнаруживаемые в различных исследованиях формы феноменальной динамики выходят за пределы традиционного понимания функций восприятия. Учитывая генетическую связь зрительных манипуляций с практическими предметными действиями, можно предположить, что они выполняют и другие функции. Зрительные манипуляции замещают действия с реальными объектами и они, так же как генетически более ранние предметные действия, содержат в себе элементы продуктивности и участвуют в реализации более сложных психических функций, таких как воспоминание и мышление. Сложный путь формирования образа, включающий выделение информативных признаков, их анализ и обследование, сравнение и отбор, абстрагирование и запоминание, свидетельствует о неправомерности отнесения восприятия к второсортной функции. Логика современных психологических исследований ведет к ликвидации укоренившегося со времен Беркли противопоставления чувственного и рационального знания. Важные основания для преодоления указанного выше противопоставления даст дополнение теоретических конструкций мыслительной деятельности об-

разными явлениями. П. Я. Гальперин, отмечая предметный характер мыслительной деятельности, указывает на то, что содержание того или иного предметного процесса входит в содержание мышления и самое мышление есть построение знания об этом процессе, построение образа его предметного содержания. ...«В мышлении предметный процесс не просто повторяется, а выступает как образ и притом в определенной функции — служить отображением оригинального процесса и ориентировать в нем» [6; 244]. Правда, П. Я. Гальперин пока не вводит в контекст учения о поэтапном формировании умственных действий этапа феноменальной динамики или манипулирования образами, хотя для этого, на наш взгляд, уже имеются достаточные основания.

Еще Л. С. Выготский показал, что удовлетворительное объяснение перехода от сенсорных к интеллектуальным процессам не может быть достигнуто путем ссылки на обобщающую функцию слова. Человеческое слово чрезвычайно универсально, и ребенок проходит громадный путь развития, прежде чем это слово превратится из простого указания на непосредственно воспринимаемый предмет в подлинного носителя понятия. В исследованиях, выполненных А. В. Запорожцем и его сотрудниками, было показано, что в ходе развития детской деятельности в связи с усложнением ее содержания и структуры, происходят такие изменения ее ориентировочной части, которые подготавливают превращение последней в интеллектуальную, мыслительную. А. В. Запорожец ссылается на замечательный факт, заключающийся в том, что на определенной ступени развития и обучения перед ребенком-дошкольником начинают выступать как бы две области действительности — изображаемая и изображающая, моделируемая и моделирующая. При этом ребенок постепенно научается обе эти действительности определенным образом соотносить, рассматривать и использовать одну из них как копию или заместительницу другой. Легко понять, что именно в этом заложена основа и возможность перехода от воспроизведения непосредственно воспринимаемых свойств объектов к воспроизведению свойств скрытых, внутренних, подразумеваемых. Таким образом, на чувственной основе происходит формирование некоторых простейших исходных мыслительных операций, в частности, выработка элементарных форм предметного моделирования действительности, из которого впоследствии у ребенка развиваются значительно более сложные формы символического замещения. Мы думаем, что решающим условием, обеспечивающим в онтогенетическом развитии ребенка возникновение способности к манипулированию образами (и, соответственно, возникновение викарных перцептивных действий) является отмеченная А. В. Запорожцем дифференциация действительности на изображаемую и изображающую.

На роль перцепции в мыслительной деятельности указывает также и то, что процесс решения задач, в том числе и творческих, описывается в таких терминах, как усмотрение, внутреннее видение, зрительное представление (визуализация) проблемного комплекса. Как указывает Р. Арнхейм, «задачей визуального мышления является ясность, достигаемая благодаря значительной упорядоченности. В ходе такого мыслительного процесса запутанная и бессвязная ситуация с неопределенными отношениями структурно перестраивается, организуется и упрощается, пока наградой разуму за его труд не станет образ, который делает значение видимым. Для достижения этой цели образ должен отвечать двум требованиям: все его элементы должны логично входить в единое целое и это, таким образом сложившееся, целое должно воплощать заданное значение» [20]. Главное преимущество зрительного образа по сравнению со слуховым или двигательным образами состоит в субъективной симультанности и широте охвата ситуации, отображенной в зрительном образе. Зрительное представление, так же как и зрительное восприятие, создает впечатление симультанности,

что очень важно с точки зрения одномоментного или мгновенного проникновения в суть проблемы.

Таким образом, сейчас все чаще встречаются указания на существенность вклада, вносимого зрительной системой в процесс решения задач. Более того, и самое решение начинает рассматриваться как важнейший аспект проблемы формирования и порождения образа. Однако несравненно реже можно встретить экспериментальные исследования, в которых в строго контролируемых условиях была бы осуществлена оценка этого вклада. При попытках подобной оценки мы встречаемся с двумя трудностями. Первая из них связана с чрезвычайной скудостью наших знаний о содержании, о фактуре, о лингвистике зрительных образов, эталонов или оперативных единиц восприятия. Суждения об этих свойствах образных явлений, получаемые в результате многочисленных исследований, напоминают ситуацию встречи Алисы в стране чудес с Чеширским Котом, после исчезновения которого осталась одна улыбка.

Вторая трудность состоит в том, что крайне слабо разработаны объективные индикаторы осуществления высших психических функций, на основе которых оказалась бы возможной сравнительная оценка вклада различных функциональных, в том числе и сенсорных, систем в процесс решения. Далее будут изложены результаты исследований кратковременной памяти, в которых делается попытка преодолеть указанные трудности.

*

Кратковременная память является наиболее удобным объектом исследования преобразования внешней стимуляции в образ. Ниже будут изложены основные результаты исследований кратковременной памяти, выполненные нами совместно с Г. Г. Вучетич, Ю. К. Стрелковым, Г. Н. Солнцевой, Е. И. Шлягиной и др. В основе замысла этих работ, которые пока далеки от завершения, лежит предположение о том, что в кратковременной памяти осуществляются различные преобразования входной информации, детерминированные целью деятельности субъекта и направленные на приведение информации к виду, пригодному для принятия решения.

Для исследования механизмов преобразования входной информации в кратковременной памяти потребовалась разработка микроструктурного генетического (или экспериментально-генетического метода [14]). Он дополняет и развивает генетический метод исследования, широко используемый в советской психологической науке и связанный с именами Л. С. Выготского, А. В. Запорожца, А. Н. Леонтьева. Своеобразие микроструктурного метода состоит в том, что он позволяет получать количественно-определенные характеристики функциональных блоков, участвующих в переработке входной информации. Реализация принципов микрогенетического метода потребовала использования «макротехники», то есть совершенно нового инструментального оснащения экспериментов по сравнению с тем, которое обычно используется при изучении восприятия и кратковременной памяти. Применение ЭВМ в эксперименте обеспечило необходимый объем тестового материала, возможность широкого варьирования временных режимов его предъявления, степени его организации и способов предъявления, точную регистрацию различных параметров ответной деятельности испытуемых.

На рис. 1 а изображена блок-схема преобразований, осуществляющихся в кратковременной памяти. Кратко рассмотрим первые три блока¹ этой схемы и более подробно последующие, менее известные и имеющие более непосредственное отношение к проблеме порождения образа.

¹ Понятие блока используется здесь лишь для удобства изложения и означает некоторую единицу анализа познавательной деятельности. Морфологическое строение блоков не рассматривается.

Сенсорная память. Первым условием формирования образа является отражение и запечатление объекта во всей полноте его признаков, доступных воспринимающей системе, то есть находящимся в зоне ее разрешающей способности. Такую функцию выполняет блок сенсорной памяти. Для зрительной системы входным воздействием служит местное изменение интенсивности света на сетчатке. Содержание сенсорной памяти полностью зависит от зрительной стимуляции, в частности, от таких ее свойств, как интенсивность, контрастность, длительность, характер до и послеэкпозиционных полей, на фоне которых предъявлен стимул. Время хранения в сенсорной памяти невелико, так как она все время должна освобождаться для приема новой информации. За время одной зрительной фиксации, то есть за 250—300 мсек сенсорная память должна наполниться и освободиться для приема новой порции.

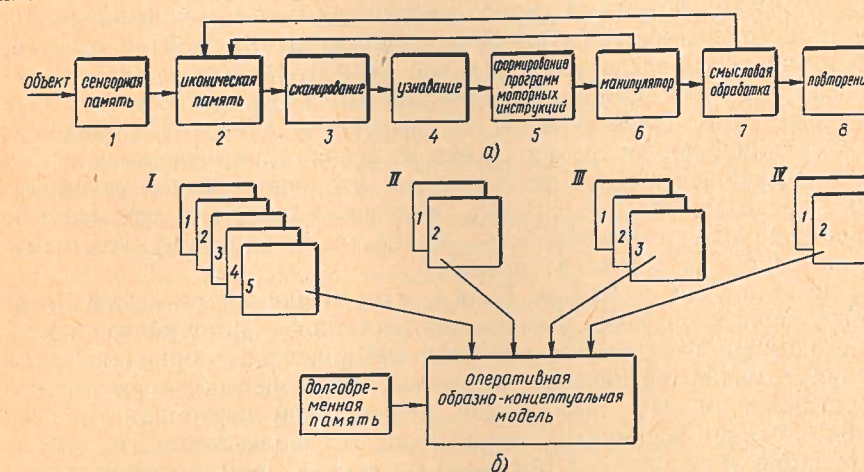


Рис. 1. Функциональная блок-схема преобразований входной информации в кратковременной памяти;

а) преобразования, возможные во время одной зрительной фиксации, б) формирование оперативной образно-концептуальной модели (ООКМ) ситуации, осуществляемое посредством шагов информационного поиска (I—IV). Информация в ООКМ поступает из разных функциональных блоков кратковременной памяти (указаны арабскими цифрами) и из долговременной памяти.

Иконическая память. По данным ряда авторов, содержание сенсорной памяти через 30—50 мсек попадает в центральную часть зрительной системы. Оно попадает туда в виде следа стимула, его копии или, как говорит У. Нейссер, в виде иконы [24]. По содержанию сенсорная и иконическая память неразличимы; они различаются лишь временем хранения, которое в иконической памяти может достигать 1000 мсек (Сперлинг [18], [19], Вучетич [3]).

Было бы не вполне точно называть образом содержание сенсорной и иконической памяти, так как оно подвергается преобразованиям на следующих уровнях переработки информации, предшествующих порождению образа.

Функциональные блоки сенсорной и иконической памяти были обнаружены сравнительно недавно. Результаты этих исследований помогают разрешить целый ряд парадоксов, существовавших в науке о восприятии. Укажем на два таких парадокса. Первый из них связан с тем, что до сих пор оставалось неясным, как может быть объяснена стабильность воспринимаемого мира. В самом деле, даже если окружающий мир неподвижен, то глаз непрерывно находится в движении (саккадические движения разной амплитуды и частоты, дрейф, тремор и т. п.). Иконическая память является важным средством стабилизации воспринимаемой реальности. Мир в иконической памяти неподвижен, остановлен и может быть подвергнут обработке и анализу.

Второй парадокс связан с проблемой избирательности зрительного восприятия. Каким образом восприятие наблюдателя может быть избирательным, если он не имеет всего пространства выбора, а если же имеет это пространство, то причем здесь избирательность? Сенсорная и иконическая память действительно обеспечивают наблюдателю все пространство выбора. При этом время хранения в обеих видах памяти ограничено, но достаточно для того, чтобы наблюдатель извлек из этих следов информацию, релевантную его задачам.

Сканирование. Информация, хранящаяся в иконической памяти, подвергается дальнейшей обработке. Важную роль в этом процессе играет центральный сканирующий механизм. Существует много гипотез о принципах работы этого механизма, но в настоящем контексте нас больше интересует функция этого блока. Сканирование содержания иконической памяти происходит с постоянной скоростью, равной 10 мсек на символ. Имеется, правда, некоторый латентный период включения блока сканирования, величина которого оценивается в 30—50 мсек. Но как бы там ни было, если принять время хранения следа в иконической памяти, близкое к 1000 мсек, то это означает, что в принципе из иконической памяти на другие уровни переработки может быть передано около 100 символов в секунду. Подобная скорость блока сканирования требует своего объяснения, которое мы попытаемся дать в дальнейшем. Сейчас отметим лишь, что сканирующий механизм в известных пределах может определять последовательность поступления информации на другие уровни обработки, то есть он, по-видимому, испытывает на себе влияние вышележащих уровней.

Буферная память опознания. Если до этого блока обеспечивалась передача информации в том виде, в каком она поступила в зрительную систему, то в блоке опознания начинается выделение информативных признаков в связи с выдвинутыми перцептивными гипотезами, интерпретация и категоризация поступившей в него информации, перевод этой информации на язык оперативных единиц восприятия, которым владеет наблюдатель. Полный перечень функций этого блока, а тем более какие-либо достоверные суждения о механизмах его работы в настоящее время едва ли возможны. В контексте настоящего изложения нам важно подчеркнуть, что в этом блоке происходит оценка и отбор полезной информации. Естественно, что этот отбор детерминирован целью деятельности, ожиданием, установками субъекта. Информация, которая по оценкам этого блока оказалась иррелевантной, не пропускается на более высокие уровни переработки.

Формирование моторных инструкций. Информация, которая признана в блоке опознания полезной с точки зрения задач, стоящих перед наблюдателем, должна быть приведена к виду, пригодному для ее использования. Иными словами, она должна быть переведена на некоторые «моторные рельсы» с тем, чтобы она могла быть экстерниоризована либо в виде речевых сообщений, либо в виде каких-либо других ответных реакций. По сути говоря, в этом пункте уже может идти речь не о следах, а об образе как таковом.

Нужно сказать, что работу блока опознания и работу блока формирования программ моторных инструкций можно разделить лишь условно. В модели кратковременной памяти, предложенной Сперлингом [19], эти блоки не разделяются. Он считает одной из важнейших функций буферной памяти опознания преобразование информации, доставляемой сканирующим механизмом, в программу моторных инструкций. Работа блока повторения, собственно, и представляет собой выполнение одной из возможных программ, которые формируются в этом блоке.

Скорость работы блока сканирования и блока опознания оценивается Сперлингом одной и той же величиной — 10—15 мсек на символ, но не указано, является ли время работы блока узнавания дополнительным или оно совпадает с работой блока сканирования. Во всяком случае важно отметить,

что скорость работы блока опознания больше, чем на порядок, превышает скорость работы блока повторения (15 мсек для создания программы моторных инструкций в блоке опознания и 300—500 мсек для выполнения этой программы). Максимальная скорость работы блока повторения оценивается величиной 6 букв/сек, хотя в экспериментах на запоминание более частой является скорость около 3 букв/сек.

Различия в скорости работы 3-го и 4-го блоков и последнего очень велики. Возникает вопрос, для чего нужен такой запас прочности в работе указанных блоков? Можно предположить, что в деятельности зрительной системы имеются ситуации, когда подобная скорость сканирования оправдана. По-видимому, эти ситуации, более близки к естественным условиям деятельности человека, когда от него требуется не столько полное воспроизведение предъявленного материала, сколько узнавание его, оценка степени полезности и отбор небольшой части информации, релевантной задачам деятельности. Естественно думать, что в таких ситуациях не всякое узнавание влечет за собой формирование программы моторных инструкций для блока повторения. Особенно ясно это выступает при анализе информационного поиска, в котором имеет место нечто вроде «отрицательного узнавания», когда наблюдатель оценивает информацию как бесполезную и поэтому не формирует программу повторения. Как показали исследования Сперлинга и наши, число хранимых программ может быть достаточно большим, хотя время их хранения ограничено. Как правило, в ситуациях реальной деятельности реализуется лишь часть сформировавшихся программ моторных инструкций для других блоков живой информационной системы. В то же время едва ли правильным будет заключение о том, что информация, которая не попала в блок повторения, теряется и совсем не используется в поведении. Возникает вопрос, какую позитивную функцию могут выполнять эти потенциальные избыточные и не реализуемые в блоке повторения программы моторных инструкций? О том что эти программы действительно могут выполнять определенные позитивные функции, можно судить по так называемому «быстрому чтению», при котором большая часть текста минует блок повторения.

Блок манипулятор. Следовательно, можно предположить, что в иерархической системе преобразования входной информации между блоками сканирования и узнавания, с одной стороны, и блоком повторения с другой, должен существовать по крайней мере еще один блок, обладающий двумя свойствами. Во-первых, скорость его работы должна быть соизмерима со скоростью работы блока опознания. Во-вторых, объектом преобразования в этом блоке должны быть невербализуемые программы моторных инструкций.

До сих пор при интерпретации блок-схемы, изображенной на рис. 1, мы пользовались результатами, полученными в многочисленных исследованиях кратковременной памяти. Однако сама методика этих исследований, в том числе и задача, стоящая перед испытуемым, требовали от него выполнения репродуктивных функций. В одних случаях испытуемые должны были полностью воспроизвести весь предъявленный материал, в других случаях — лишь часть предъявленного материала, указанную в послестимульной инструкции; были ситуации, когда выполнение этих задач осложнялось применением маскирующего стимула и т. п. Соответственно, обнаруженные в исследованиях Сперлинга и др. и описанные здесь функциональные блоки являются репродуктивными и имеют лишь косвенное отношение к порождению нового образа, то есть к продуктивным функциям восприятия и кратковременной памяти. Для исследования продуктивных функций кратковременной памяти пришлось изменить методику экспериментов и инструкцию испытуемым и приблизить экспериментальную ситуацию к естественным условиям деятельности, когда от субъекта требуется осуществление определенных преобразований последовательно поступающей информации и приведение ее к виду, пригодному для учета в поведении и решения стоящих перед ним задач.

Г. Г. Вучетич [4] провела цикл экспериментов по методике определения отсутствующего элемента. Суть этой методики, впервые примененной Бушке [21] для исследования слуховой памяти, состоит в том, что от испытуемого не требуется воспроизведение последовательно предъявленного ряда символов, ему необходимо лишь указать, какая цифра из заранее известного набора не предъявлялась. В этом случае ответная реакция испытуемого упрощается и сокращается ее время, но вместе с тем требуется осуществление достаточно сложных преобразований предъявленной информации. Эти преобразования значительно сложнее тех, которые требуются при методике частичного воспроизведения. Испытуемому нужно назвать лишь одну цифру, но если он называет ее правильно, то это значит, что он некоторое время сохраняет все предъявленные в случайном порядке цифры, упорядочивает их, обнаруживает, какая не была предъявлена, и называет ее. Эксперименты, проведенные Вучетич, отличаются от экспериментов Бушке тем, что стимулы предъявлялись зрительно в одном и том же месте поля зрения и при различных

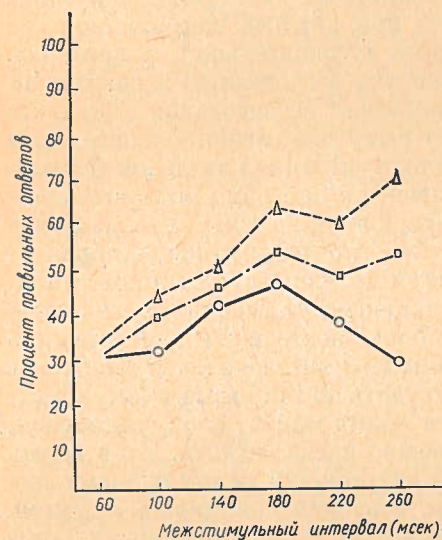


Рис. 2. Зависимость процента правильных ответов от межстимульных интервалов для трех последовательностей, состоящих из 5 (Δ), 6 (\square) и 7 (\circ) цифр.

ча испытуемого состоит в том, чтобы «зачеркнуть» потенциальные и избыточные программы моторных инструкций. Однако поскольку цифры предъявляются в случайном порядке, этого нельзя делать механически по мере их предъявления. Эти программы нужно хранить и проделывать с ними некоторые манипуляции, направленные на упорядочивание случайного ряда. Если высказанные предположения справедливы, то в иерархическую систему уровней преобразования входной информации необходимо ввести еще один функциональный блок, находящийся между блоком формирования моторных инструкций и блоком повторения — это блок-манипулятор невербализованными программами моторных инструкций или оперативными единицами восприятия и памяти. На рис. 2 отчетливо видно, как с увеличением МСИ от 60 до 140 мсек растет процент правильных ответов при определении отсутствующего элемента. Затем при переходе к МСИ, равным 180 и 220 мсек, начинается падение процента правильных ответов. Это падение может быть интерпретировано как попытка испытуемых решать задачу в «терминах» блока повторения. Однако времени для этого еще недостаточно, а от манипуляций невербализован-

ными программами они отказались. Точку перегиба кривой продуктивности в определении отсутствующего элемента можно, таким образом, принять за границу между двумя способами работы и соответственно, за границу между блоками манипуляций невербализованными программами моторных инструкций и блоком повторения. После интервала в 300 мсек начинается устойчивое повышение кривой продуктивности. Оно связано с улучшением условий для функционирования блока повторения.

Существенной характеристикой блока-манипулятора невербализованными программами является то, что на выходе из него в блок повторения может поступать новая информация, то есть такая, которая пришла в него не из блока опознания, а появилась в результате осуществления некоторых преобразований в блоке-манипуляторе. В описанном случае это примитивная новизна, но именно эта особенность, с нашей точки зрения, служит основанием для введения в схему новой структурной единицы — функционального блока-манипулятора. Важной особенностью этого блока является также и то, что информация в него может поступать последовательно и учитываться после начала преобразований, осуществляющихся с уже имеющейся в нем информацией. Это обеспечивает непрерывность учета последовательно воспринимаемой информации.

Блок семантической обработки. В логике излагаемого исследования, направленного на изучение возможных преобразований информации на пути от запечатления следа в иконической памяти до его воспроизведения с помощью блока повторения, возникает вопрос, возможно ли преобразование одних оперативных единиц в другие, которые, так же как и манипуляции с программами моторных инструкций, осуществлялись бы до того как информация попадет в блок повторения? Для выяснения этого вопроса был проведен сравнительный эксперимент [5] на двух группах испытуемых: экспериментальной, куда вошли опытные операторы-программисты, владеющие двоичной и восьмеричной системой счисления, и контрольной, куда вошли испытуемые, не знающие этих систем. Испытуемым на короткое время (от 80 до 1000 мсек) предъявлялись 18 двоичных цифр. Время предъявления было таким, что нельзя было успеть обработать всю полученную информацию в блоке повторения. Тем не менее, испытуемые, владеющие навыком перекодирования, в значительном проценте случаев правильно воспроизвели весь предъявляемый материал. Такие же результаты были получены и у испытуемых-художников, которые применили другой способ обработки информации. Они видели нули как фон, а единицы как фигуру, что уменьшало число объектов запоминания. Эти результаты дают основание для введения еще одного функционального блока, а именно, блока семантической обработки невербализованной информации. Этот блок, как и блок-манипулятор у обученных испытуемых, находится до блока повторения. У необученных испытуемых блок семантической обработки (относящийся к данному тестовому материалу) находится после блока повторения.

Таким образом, переработка воспринимаемой информации, преобразование одних оперативных единиц в другие, более адекватные и привычные, осуществляется в блоке-манипуляторе и в дополнительном функциональном блоке — блоке семантической обработки невербализованной информации.

Проведенное исследование позволяет заключить, что на достаточно высоких уровнях тренировки исходная информация минует блок повторения и слуховую память и попадает в блок смысловой переработки. В блок повторения и, соответственно, в слуховую память переводится смысл, извлеченный из ситуации, а не исходная информация, данная зрительно.

Такая организация взаимоотношений между зрительной и слуховой кратковременной памятью тем более рациональна, что зрительная система является действительно уникальной с точки зрения одномоментного охвата

сложной ситуации и возможности манипулирования первичным отображением реальности. По сути дела полученные данные свидетельствуют о том, что оценка ситуации может происходить до расчлененного восприятия и тем более запоминания ее элементов. Подобные факты были известны и ранее. Можно сослаться на эксперименты, в которых квалифицированным шахматистам на короткое время предъявлялись достаточно сложные позиции и давалась инструкция воспроизвести их после предъявления. Для экспериментаторов было неожиданным то, что испытуемые точно оценивали соотношение сил, но не могли точно вспомнить расположение фигур.

Описанные два блока выполняют не только репродуктивные но и продуктивные, в том числе смыслообразующие, функции. В этой связи уместно напомнить положение А. В. Запорожца о двустороннем характере процесса уподобления. Кратковременная память «работает» не только на прием информации, но и является местом встречи информации, поступающей из внешнего мира и из долговременной памяти в кратковременную. У субъекта всегда имеется собственная система сформировавшихся ранее оперативных единиц, которая участвует в приеме информации. Именно участие этой системы и обеспечивает вторую сторону уподобления, а именно уподобление объекта субъекту, то есть в итоге обеспечивается пристрастность, субъективность, а в ряде случаев и новизна рождающегося образа.

При анализе природы продуктивных функций восприятия, в частности, деятельности блока-манипулятора и блока семантической обработки информации не следует забывать о том, что в образе должны сохраняться существенные черты прототипа, то есть реальности. В принципе возможно осуществление произвольных преобразований входной информации, результаты которых не будут иметь никакого отношения к исходному для этих преобразований материалу. Для того, чтобы не попадать в подобную ситуацию субъект должен иметь средство контроля адекватности совершенных им преобразований входной информации. Таким средством контроля может служить исходная, непреобразованная информация, хранящаяся в иконической памяти около 1000 мсек. Следовательно, иконическая память выступает в двойной функции. Во-первых, как средство стабилизации внешнего мира и источник информации, поставляющий исходный материал для сканирования. Во-вторых, как средство контроля правильности сформировавшихся программ двигательных указаний и адекватности, природосообразности преобразований, осуществляющихся в продуктивных блоках кратковременной памяти. Такая интерпретация функций иконической памяти делает понятной огромную (сравнительно со скоростью сканирования) длительность существования следа. Иначе остается совершенно неясным, почему при скорости сканирования, равной 10—15 мсек на символ, след должен храниться 1000 мсек.

В контексте инженерно-психологических исследований деятельности оператора, в том числе и в режиме принятия решений, нами было сформулировано понятие оперативной образно-концептуальной модели проблемной ситуации [13]. В содержание последней входит как некоторая априорная информация, имеющаяся в постоянной концептуальной модели оператора (в его долговременной памяти) так и информация, извлекаемая им из информационной модели реальной обстановки. Мы думаем, что это понятие может быть распространено и на другие проблемные ситуации, не обязательно связанные с деятельностью оператора.

Выполненные исследования деятельности зрительной системы позволяют уточнить процесс формирования и функционирования оперативной образно-концептуальной модели. В образно-концептуальную модель может поступать информация от разных функциональных блоков преобразований, осуществляемых, например в зрительной и слуховой системе человека. Это означает, что в образно-концептуальную модель может поступать информация как в терминах первичного отображения, то есть из иконической памяти

ти, так и в терминах вторичного или *N*-ичного отображения реальной ситуации. Часто одна и та же ситуация последовательно (или одновременно) отображается посредством различных оперативных единиц восприятия в образно-концептуальной модели. По существу последняя представляет собой многомерное отображение реальности, отображение, описанное на разных перцептивных, вербальных символических языках (см. рис. 1 б).

Исследования кратковременной памяти на настоящем этапе развития науки является практически единственным способом экспериментального изучения оперативных единиц восприятия и памяти, то есть терминов и языков, функционирующих на различных уровнях иерархии преобразований входной информации в зрительной и слуховой системах человека. Как же отдельные уровни переработки информации проявляют себя в целостном акте поведения и могут ли быть зафиксированы переходы от одного уровня переработки к другому?

При решении этой последней задачи на настоящем уровне развития экспериментальных исследований познавательной деятельности не представляется возможным анализировать сколько-нибудь сложные конкретные акты поведения в терминах функциональных блоков. Их выявление связано с достаточно искусственными экспериментальными процедурами, искажающими течение познавательного процесса. Поэтому нам придется вернуться от микроструктурного анализа познавательной деятельности к макроанализу и оперировать не понятием функционального блока, а понятием функциональной системы. Расчленение сложных функциональных систем на составляющие их блоки — задача дальнейшего исследования, методические пути которого пока не вполне ясны. Сейчас более реальным и выполнимым является изучение функциональных систем, ответственных за ознакомление с проблемной ситуацией и построение ее образно-концептуальной модели, систем, ответственных за преобразование этой модели и принятие решения. Предпринимая совместно с В. М. Гордон ряд экспериментальных исследований в этом направлении, мы стремились обеспечить временную развертку процессуальной стороны познавательной деятельности. Мы ожидали получить в эксперименте поочередное «включение» отдельных функциональных систем в решение задачи, обнаружить точки перехода от одной функциональной системы к другой, а также фазовый характер взаимодействия различных функциональных систем. Подтверждение этой гипотезы может быть получено лишь при совместном использовании психологических и физиологических методов исследования, так как функциональные системы переработки входной информации должны обеспечиваться определенными физиологическими механизмами. Показатели уровня и характера активности различных физиологических систем могут служить для объективной оценки познавательной деятельности в целом и отдельных ее элементов. Возможности для такой оценки представляет полиэффекторный метод регистрации физиологических реакций, который применялся в описанном ниже опыте (он проводился совместно с Т. М. Гущевой). Перейдем к изложению результатов исследования.

Задача опознания выполнялась в условиях тахистоскопического предъявления тестового материала с одиночной экспозицией каждого теста. Такие условия были выбраны с целью регистрации и оценки характеристик функциональной системы при работе с одиночным следом, то есть в период кратковременного запоминания или хранения информации. Каждый тест представлял собой схематизированное изображение автомашины какой-либо марки. Испытуемые должны были назвать марку машины. До основной серии опытов проводились тренировочные, в результате которых испытуемые при свободном рассматривании опознавали марки безошибочно.

Результаты показали, что в случаях, когда длительность или латентный период опознания (от начала предъявления до речевого ответа) не пре-

вышла 1—1,5 сек, в начальный период равный 0,7—1,2 сек, отсутствовали глазодвигательная активность и мигания, величина депрессии α -ритма была максимальной, уровень электроактивности ритма равнялся в среднем 20—30% от фоновую уровня; величина же речедвигательного возбуждения не превышала фоновую (около 10 мкв). После этого периода амплитуда речедвигательных импульсов увеличивалась до 50 мкв и через 0,3—1 сек давался речевой ответ. В случаях же: когда длительность опознания увеличивалась от 2-х до 4—5 сек, появлялись саккадические движения глаз небольшой амплитуды с латентным периодом 0,7—1 сек или мигательные движения значительно большей частоты, чем при фоновой записи. Одновременно с появлением глазодвигательной активности несколько восстанавливался α -ритм, электроактивность ритма увеличилась на 10—20% от начального рабочего уровня. Речедвигательная активность при этом оставалась минимальной и увеличивалась только за 0,3—1 сек до речевого ответа. Во всех случаях с увеличением последней α -ритм восстанавливался до фоновой уровня.

Таким образом, период узнавания протекает в основном при небольшом удельном весе активности периферического и центрального отделов зрительной системы и только к концу этого периода акцент в активности падает на артикуляционный аппарат. На основании такой перестройки функциональных физиологических отношений подсистем можно предположить, что идентификация изображений осуществлялась по эталонам, хранимым в зрительной системе, и только после сличения и выбора соответствующего эталона изображениям присваивалось наименование. Данные же глазодвигательного поведения свидетельствуют о том, что процесс опознания может иметь различную функциональную структуру.

В результате полученных данных можно сделать вывод, что при решении зрительных задач и некоторых задач наглядного мышления артикуляционный механизм используется для организации и вынесения планируемых действий на более высокий уровень осознания.

Результаты других аналогичных опытов, в которых перед испытуемыми ставились как перцептивные, так и мыслительные задачи, подкрепляют гипотезу о фазовом характере микроструктуры действий человека. Изменение соотношения активности периферического и центрального отделов зрительной системы при решении различных задач восприятия и наглядного мышления является объективным показателем функциональной структуры физиологических процессов при решении различных задач. Максимальное увеличение активности центрального отдела на стадии викарных перцептивных действий, обнаруженное в некоторых наших опытах, может служить физиологическим показателем работы доминанты, психологическое содержание которой, согласно П. Я. Гальперину, представляет собой ориентировку на объективные отношения, составляющие решение задачи и усмотрение в этих отношениях пути к конечному объекту [6]. Как отмечает П. Я. Гальперин, такое усмотрение в большинстве случаев наступает не во время ожесточенного действия, когда внимание сужено на его непосредственном объекте, а во время спокойного обозрения как бы со стороны, когда прослеживание отношений между объектами сопровождается общей ориентировкой в широком поле возможного действия. Очевидно, манипулятивная способность зрительной системы и викарные перцептивные действия являются необходимым условием для такой ориентировки.

*

Сложные акты познавательной деятельности отличаются друг от друга составом и последовательностью участвующих в их реализации физиологических звеньев или подсистем. Регистрация их работы может дать важные аргументы в пользу той или иной концепции о структуре познавательной, в том числе и мыслительной деятельности. Как мы пытались показать, в по-

рождении образа участвуют различные функциональные системы, причем особенно значительным является вклад зрительной системы. Этот вклад не ограничивается репродукцией реальности. Зрительная система выполняет весьма важные продуктивные функции. И такие понятия как визуальное мышление, «живописное соображение» (Н. В. Гоголь) отнюдь не являются метафорой. Возможно, что, делая первые шаги в экспериментальном изучении визуального мышления, мы переоцениваем его вклад в познавательную деятельность. Оправданием может служить слишком долгая его недооценка и соответственно переоценка вклада вербального и символического способов оперирования исходными данными.

Вместо дальнейшего обсуждения полученных результатов и оценки места и роли зрительной системы в структуре высших психических функций приведем высказывание А. В. Запорожца: «... дело заключается в том, что, как показывают современные неврофизиологические и психологические исследования, человеческое сознание и механизмы сознательного управления человеческими действиями представляют собой сложную иерархическую систему, как бы здание, построенное из многих надстраиваемых друг над другом психофизиологических уровней, из многих возвышающихся друг над другом этажей. Где-то в подвальных этажах осуществляются допсихические инстинктивные процессы приема и использования безусловно-рефлекторной сигнализации; на первых этажах образуются простейшие ощущения и осуществляются простейшие виды индивидуально приобретенных сенсомоторных координаций; этажом повыше формируются синтетические восприятия пространства и времени и вместе с ними механизмы управления локомоциями и предметными манипуляциями, над этим надстраивается этаж наглядного мышления и процессы регуляции игровых и продуктивных деятельностей и, наконец, над всеми возвышается этаж знаковых отвлеченных логических операций и высших инстанций управления сложнейшими трудовыми и исследовательскими актами поведения. Необходимо всячески подчеркнуть, что в развитом виде вся эта иерархическая система работает как единое целое и для управления сложными действиями требуется согласованная работа психофизиологических механизмов, расположенных на всех перечисленных уровнях или этажах. На каждой возрастной ступени развития ребенка возводится очередной этаж общего психофизиологического здания, и наша задача заключается прежде всего в том, чтобы построить, сформировать его наилучшим образом, не проявляя неразумной торопливости и не возводя следующий этаж, не достроив предыдущий» [8а]. Нам представляется, что в этих положениях совершенно правильно расставлены акценты; они могут служить и выводом из нашей работы и перспектом дальнейших исследований.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. Изд-во «Советское радио», М., 1970.
2. Бегенау З. М. Функция, форма, качество. Ред. Г. В. Минервин. Изд. М., «Мир», 1970.
3. Вучетич Г. Г. Исследования кратковременной зрительной памяти. Канд. дисс., М., 1971.
4. Вучетич Г. Г., Зинченко В. П. Сканирование последовательно фиксируемых следов в кратковременной памяти. «Вопросы психологии», № 1, 1970.
5. Вучетич Г. Г., Зинченко В. П., Шлягина Е. И. Сравнительный анализ преобразований, осуществляющихся в кратковременной памяти, в условиях симульного и сукцессивного предъявления тестового материала. Сб. «Психологические механизмы памяти и ее закономерности в процессе обучения». Харьков, 1970.
6. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. «Исследования мышления в советской психологии», М., Изд-во «Наука», 1966.
7. Глазычев В. Л., О дизайне. М., Изд-во «Искусство», 1969.
8. Запорожец А. В. Некоторые психологические вопросы сенсорного воспи-

- тания в раннем и дошкольном детстве. «Сенсорное воспитание дошкольников» М., Изд-во АПН РСФСР, 1963.
- 8а. Запорожец А. В. Роль социальных условий жизни и воспитания в психическом развитии ребенка. «Дошкольное воспитание», № 2, 1968.
9. Запорожец А. В. Развитие восприятия и деятельность. «Вопросы психологии», № 1, 1967.
10. Запорожец А. В. Проблема генезиса, функций и структуры перцептивных действий. «Третий Всесоюзный съезд Общества психологов СССР», т. 1, М., Изд-во «Просвещение», 1968.
11. Запорожец А. В., Венгер Л. А., Зинченко В. П., Русская А. Г. Восприятие и действие. М., Изд-во «Просвещение», 1969.
12. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1969.
13. Зинченко В. П. (отв. ред.) Эргономика. Принципы и рекомендации. Вып. 1. Изд. ВНИИТЭ, 1970.
14. Зинченко В. П. Микроструктурный метод исследования познавательной деятельности. Доклад на IV Международном конгрессе по логике, методологии и философии науки. г. (Бухарест, август — сентябрь 1971). Труды ВНИИТЭ, «Эргономика» вып. 3. М., 1971.
15. «Зрительные образы: феноменология и эксперимент». Пер. с англ. Душанба. Изд. ТГУ, 1971.
16. Кассирер. Язык и миф.
17. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.
18. Сперлинг Дж. Информация, получаемая при коротких зрительных представлениях. В сб. «Инженерная психология за рубежом». М., Изд-во «Прогресс», 1967.
19. Сперлинг Дж. Модель зрительной памяти. Там же.
20. Arnheim R. Visual Thinking. N.-Y., 1959.
21. Buschke H. Relative retention in immediate memory determined by the missing scan method. «Nature» 1963.
22. Fischer G. H., Lucos A. Illusion on Concrete situations. Ergonomics v. 12, 1969.
23. Gombrich E. H. Art and Illusion. Pantheon Books, N-Y 1965.
24. Neisser U. Cognitive psychology. Appleton Century Cross, 1969.

PRODUCTIVE PERCEPTION

V. P. Zinchenko

Summary

The paper gives an account of the content of the evening lecture delivered by the author at IV Congress of the Psychological Society of the USSR (Tbilisi, July 1971). New data are considered which develop and specify the conception of perception as action. On the basis of short-term memory investigations, the author suggests a functional model of information transformation from the input of the visual system to its repetition. Along with the reproductive blocks, this model includes also the blocks performing productive functions and the functions of generating a new image (the block manipulator and the block of semantic processing of non-verbalized information).

The paper discusses the importance of short-term memory research for understanding of the process of formation and functioning of the operative image-conceptual model of the environment and, in particular, of the mechanisms of visual thinking.



ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ
В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ИНСАЙТА*Е. А. РЕТАНОВА, В. П. ЗИНЧЕНКО, Н. Ю. ВЕРГИЛЕС*

(Факультет психологии МГУ)

В психологических исследованиях процесс решения задач описывался обычно в терминах, так или иначе связанных со зрительным восприятием. Использовались такие термины, как усмотрение, открытие, инсайт и т. п. Уже в ранних экспериментальных работах подчеркивалась существенность вклада, вносимого зрительной системой в решение мыслительной задачи. О. Зельц в качестве одного из этапов решения вводил процесс визуализации проблемной ситуации или проблемного комплекса. Представители гештальтпсихологии говорили о важности переструктурирования или перецентрирования феноменального поля. Вместе с тем творческий акт, как правило, противопоставлялся активной деятельности. Последней отводилась лишь некоторая подготовительная функция, но самое усмотрение, открытие описывалось, в полном соответствии с данными самонаблюдения, как одномоментный и бессознательно совершающийся акт. Такое противопоставление подготовительной и решающей стадий можно обнаружить в классических исследованиях В. Кёлера, проведенных на антропоидах.

В ряде исследований, выполненных на людях, проводился более детальный анализ ориентировочно-исследовательской деятельности руки и глаза, предшествующей решению задачи, и аналогичным образом отмечалось ослабление или прекращение этой деятельности в моменты, предшествующие решению. Так, в работах В. Н. Пушкина [6], О. К. Тихомирова [7] отмечалось наличие в процессе решения задач зрительных фиксаций, имеющих большую длительность по сравнению с фиксациями, которые регистрируются при выполнении более элементарных перцептивных задач.

На основании данных об относительной неподвижности субъекта и уменьшении двигательной активности рецепторных аппаратов процесс решения трактовался как деятельность, протекающая во внутреннем плане. О. К. Тихомиров попытался выделить среди ориентировочно-исследовательских, поисковых действий, имеющих явно перцептивные функции, действия, выполняющие функцию интеллектуальную. Судя по данным автора, и те и другие совершаются в одном и том же поле и имеют сходные биомеханические характеристики. Поэтому остается неясным, по каким признакам можно осуществить сколько-нибудь строгое различение моторных компонентов собственно перцептивной и интеллектуальной деятельности.

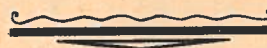
Опыт исследования деятельности зрительной системы убедил

SOME QUESTIONS OF THE THEORY OF NERVOUS SYSTEM
PROPERTIES IN THE LIGHT OF MODERN
NEUROPSYCHOLOGICAL CONCEPTS

V. D. NEBYLITSYN

SUMMARY

The paper discusses the importance of the problem of partiality (regionality) in manifestations of the fundamental properties of the nervous system for the general theory of these properties as leading dimensions in the psychophysiological organization of personality. It is indicated that the study of properties of the nervous system, as it is carried out at the present time, is the study, mainly, of dimensions of the brain sensory apparatus and, therefore, enables us to solve only the limited problems in the field of psychophysiology of personality. To go beyond the limits of the study of analyzer system dimensions, the author proposes to turn to the investigations of the characteristics of the brain regulatory system—its interior regions together with related subcortical formations. Structures of the regulatory system are considered as the basis of general properties of the nervous system as distinguished from structures of analyzers which are the substratum of its partial properties.



авторов настоящей статьи, что в ходе онтогенетического и функционального развития восприятия происходит смена моторного и сенсорного алфавитов, которыми оперирует наблюдатель при решении задач построения образа и опознавания. Вначале развернутый процесс формирования зрительного образа превращается в одномоментное, симультанное узнавание. Более тщательный анализ моторных компонентов зрительного восприятия показал, что они присутствуют и на этой стадии, но с их помощью совершается съем информации не из внешнего мира, а с послеобраза, запечатленного сетчаткой. Система перцептивных действий, имеющая источником информации след на сетчатке, была названа викарной [2], [4]. Наличие системы викарных действий при реализации столь элементарного, казалось бы, процесса, как процесс опознавания, заставило предположить, что и более сложные процессы, такие, как решение, также должны опираться на вполне определенную материальную основу, т. е. должны иметь некоторый собственный моторный алфавит, а также некоторую модель реальной ситуации, допускающую как перцептивные, так и мысленные преобразования.

Гипотеза состояла в том, что роль объекта, пригодного для преобразования, должна выполнять не реальная ситуация, а образ этой ситуации, складывающийся либо на стадии проб и ошибок, либо на стадии планомерно осуществляемой ориентировочно-исследовательской, перцептивной деятельности. Реальная ситуация не может служить объектом непосредственных мысленных преобразований. От нее необходимо отвлечься, в известном смысле временно освободиться, иначе она может стать даже помехой для мысленных преобразований.

Иное дело, что реальная ситуация необходима для контроля целесообразности и адекватности этих преобразований. Объектом такого рода преобразований является образ предмета, который можно включить в новые отношения, которым можно манипулировать с помощью тех же викарных действий [2]. Если это предположение справедливо, то после подготовительной фазы процесса решения, на которой складывается представление об условиях задачи, с необходимостью должна следовать фаза отстройки от ситуации, фаза преобразования образа. И эта деятельность по преобразованию образа, по его переконструированию должна осуществляться при помощи особого моторного алфавита, который должен отличаться от алфавита ориентировочно-исследовательских перцептивных действий, как по своим биомеханическим, так и по своим функциональным особенностям.

Функцию такого алфавита могут взять на себя викарные действия, имеющие малую амплитуду и не регистрировавшиеся, по-видимому, поэтому при использовании кино съемки движений глаз [3], [7]. Впрочем, вне связи с процессом решения задач дрейфовые и скачкообразные движения малой амплитуды регистрировались исследователями неоднократно [9], [10]. Задача описываемых ниже экспериментов состояла в том, чтобы проверить высказанные предположения (см. также [5]).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследования была разработана методика одновременной регистрации макродвижений глаза и движений, осуществляющихся во время фиксации. Общая картина глазодвигательного поведения при ознакомлении с ситуацией записывалась на одном экране, а движения, осуществляющиеся во время фиксации — на другом экране при значительно большем увеличении. Регистрация движений глаз осуществлялась электромагнитным способом, обеспечивающим высокую чувствительность и линейность записи. Была обеспечена одновременная регистрация как с экранов осциллографов (траектории движений), так и составляющих движения, развернутых во времени [1].

Использование осциллографов с электронной памятью позволяло экспериментатору непосредственно наблюдать за двигательным поведением глаза и сопоставлять его со словесным отчетом испытуемого. В зависимости от задачи и цели эксперимента можно было либо заранее выбирать для регистрации то или иное поле, в котором будет работать глаз, либо, осуществляя слежение за глазом, выбирать соответствующее поле по ходу эксперимента. В последнем случае экспериментатор ориентировался по осциллографу с малым усилением. Одним из использовавшихся в опытах приемов было искусственное ограничение поля зрения до 1° — 5° , достигнутое с помощью присоски.

Таким образом, разработанная методика обеспечила возможность регистрации и анализа двигательной активности глаза как на этапе съема информации, так и в моменты кажущейся пассивности глаза.

В экспериментах испытуемых предъявлялись следующие основные задачи: мысленное представление простых геометрических фигур; мысленное манипулирование простыми геометрическими фигурами (например, задача: «Впиши звезду в шестиугольник и посчитай углы» и т. п.). Наиболее детально было исследовано поведение глаза при решении задачи — игры «5», способы решения которой подробно изучены В. Н. Пушкиным и Д. Н. Завалишиной. Эта задача имеет большое число ситуаций и решается испытуемыми за короткое время (30—60 сек.). Испытуемыми были взрослые люди 20—30 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В экспериментах были подтверждены данные, полученные многими авторами [8], [9] о том, что во время фиксации глазом точки наблюдаются дрейфовые движения вокруг фиксационной точки, а также скачкообразные возвратные движения к точке фиксации. Область, в которой совершаются и те и другие, не превышает 20—30' при наблюдении точки в течение 10—15 сек.

При отсутствии фиксационной точки и при отсутствии какой-либо зрительной задачи также наблюдаются дрейфовые движения малой амплитуды, осуществляющиеся в несколько большей зоне (до 40—50') за 10—15 сек регистрации. Скачкообразные движения почти не наблюдаются.

При задаче мысленного представления простых геометрических фигур (в отсутствие фиксационной точки) наблюдаются дрейфовые движения, совершающиеся в значительно большей области — порядка $2,5^{\circ}$ — 3° , а иногда и более.

В задачах, требующих мысленного представления геометрических фигур и манипулирования с ними, вначале наблюдались дрейфовые движения, совершавшиеся в зоне $2,5^{\circ}$ — 3° . На основании предшествующего эксперимента эти движения могут быть связаны со стадией мысленного представления заданных объектов. Затем при выполнении основной задачи наблюдались скачкообразные движения малой амплитуды (порядка 1°). Суммарная зона этих движений также ограничена областью $2,5^{\circ}$ — 3° .

При решении задачи — игры «5» производилась запись в двух масштабах. Условия задачи предъявлялись испытуемым на карточках под углом в 30° . При таком масштабе фиксации резко разграничивались между собой скачками большой амплитуды. Длительные фиксации продолжительностью в 1 сек и более при большом увеличении представляли собой скачки малой амплитуды (порядка 1°). Область действия этих движений также ограничена $2,5^{\circ}$ — 3° .

Траектории движений по своему характеру весьма близки к траекториям, наблюдаемым на фазе двигательной активности глаза при больших амплитудах движений, т. е. на фазе ознакомления с ситуацией. На записях с малым увеличением движения во время фиксации не видны и выглядят, как размытые пятна.

На основании полученных данных можно заключить, что во время решения задачи испытуемые то обращаются к полю, в котором даны условия задачи, то пытаются решить задачу, отвлекаясь от этого поля. Скачкообразные движения малой амплитуды могут быть интерпретиро-

ваны как викарные перцептивные действия, являющиеся средством манипулирования с образом. При ограничении поля зрения усложнилось многократное обращение к условиям задачи. Этот прием позволил еще более рельефно разделить ознакомительные действия большой амплитуды и викарные действия малой амплитуды. Последние совершаются и в отсутствии объекта в поле зрения. В этих условиях длительность фиксации достигала десятков секунд. Характер движений в зоне фиксации оставался таким же, как и в том случае, когда поле зрения не ограничивалось. Но в некоторых случаях испытуемые с помощью узкого поля вновь осматривали поле условий задачи, а в некоторых случаях быстрые скачки во время фиксации сменялись дрейфовыми движениями малой амплитуды, которые можно интерпретировать как средство, помогающее вспомнить исходные условия задачи. Затем снова наступила фаза быстрых скачков малой амплитуды.

Наконец, в последней серии опытов задача «5» предъявлялась испытуемым на слух, что совершенно исключало ознакомительные и поисковые движения глаза большой амплитуды. Перед испытуемыми в этих случаях находилось нейтральное, равномерно освещенное поле. При решении этих задач наблюдалось чередование дрейфовых и викарных движений малой амплитуды. Такое чередование происходило несколько раз вплоть до окончательного решения задачи, либо отказа от него.

Таким образом, результаты исследования показывают, что перцептивные процессы действительно вносят существенный вклад в процесс решения задач. Более тщательный анализ глазодвигательного поведения, осуществляющегося в процессе решения задач, свидетельствует о наличии двух форм этого поведения. Первая — внешне выраженные и визуально наблюдаемые перцептивные действия большой амплитуды, с помощью которых осуществляется ознакомление с ситуацией, формирование образа или собственной, концептуальной модели этой ситуации у субъекта. На второй фазе посредством викарных перцептивных действий осуществляется преобразование образа или модели ситуации. Эти преобразования, по-видимому, играют существенную роль в решении задачи, в выработке системы действий, которые необходимо произвести для решения или для его реализации. В этом смысле процесс решения представляет собой действительно интериоризованную деятельность или деятельность во внутреннем плане, деятельность с образом ситуации. Мы намеренно подчеркиваем понятие деятельности. Озарение, инсайт, открытие — есть результат этой деятельности, которая, как и всякая другая деятельность, должна иметь свой моторный алфавит, чтобы иметь право называться таковой. Интериоризованная деятельность, осуществляющаяся во внутреннем плане с образом ситуации, экстериоризируется в системе викарных перцептивных действий. Раскрытию механизмов внутренней деятельности может помочь исследование визуализации. Возможный метод изучения визуализации предложен И. А. Тоидзе [8].

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вергилес Н. Ю. Исследование деятельности и функциональное моделирование сенсорного звена зрительной системы. Канд. дисс. М., 1967.
2. Вергилес Н. Ю., Зинченко В. П. Проблема адекватности образа. «Вопросы философии», № 4, 1967.
3. Завалишина Д. Н. Анализ процесса решения пространственно-комбинаторных задач дискретного характера с помощью киносъемки движения глаз. «Материалы 1-й Ленинградской конференции по инженерной психологии». Л., 1964.
4. Зинченко В. П. Восприятие как действие. «Вопросы психологии», № 1, 1967.
5. Зинченко В. П. Перцептивные и мнемические элементы творческой деятельности. «Вопросы психологии», № 2, 1968.

6. Пушкин В. Н. Оперативное мышление в больших системах. М.—Л., Изд-во «Энергия», 1965.
7. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека. Докторская диссертация. М., 1968.
8. Тоидзе И. А. О возможном методе исследования процесса визуализации. «Материалы III Всесоюзного съезда общества психологов СССР», т. I. М., Изд-во «Прогресс», 1968.
9. Ярбус А. Л. Роль движения глаз в процессе зрения. М., Изд-во «Наука», 1965.
10. Rattliff F., Riggs L. A. Involuntary motions of the eye during monocular fixation. "J. exp. Psychol.", 2, 1950.

AN INVESTIGATION OF PERCEPTUAL ACTIONS IN CONNECTION WITH THE PROBLEM OF INSIGHT

E. A. RETANOVA, V. P. ZINCHENKO AND N. YU. VERGILES

SUMMARY

On the basis of registration and analysis of the routes of eye movements involved in the problem solving process, a hypothesis was proposed that there were different phases of solving process. At one phase the image of conditions of a problem is formed. At this phase eye macro-movements are observed. At another phase the zone of motor activity gets considerably narrow — to $2,5^{\circ}$ - 3° . This motor activity is interpreted as a means of manipulating by the image, a means of repatterning and recentering the image. In the process of problem solving an alternation of the phases described occurs. Movements, with the help of which the manipulation of the image is brought about, are called vickar perceptual actions.

