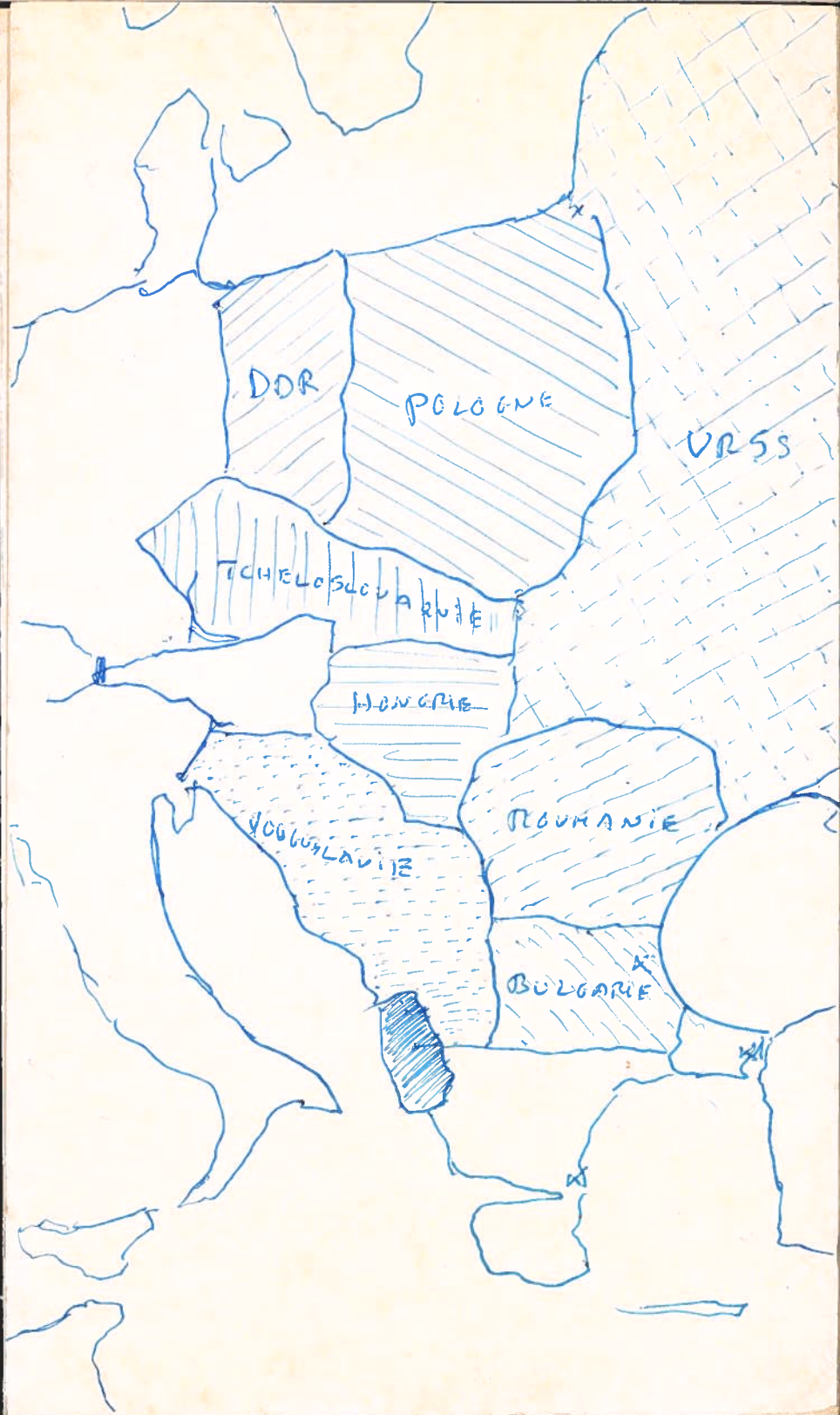


ПРОГРАММА  
I МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УЧЕНЫХ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ  
И СФРЮ ПО ВОПРОСАМ ЭРГОНОМИКИ  
Москва 1972

I MECHDOUNARODNON KONFERENCII  
I SPEICIALISTOV STRAN-LENOCSEV  
I SFR PO VOPROSAM ERGONOMIKI



DDR

POLOGNE

URSS

TCHÉCOSLOVAQUIE

HONGRIE

YOUGOSLAVIE

ROUMANIE

BULGARIE

Vendredi

28 июля 1972

пятница

9.00 - 10.00

Регистрация участников конференции (Конференц-зал)

10.00 - 13.00

I заседание

Открытие конференции

Вступительное слово (СССР)

Приветствия

Доклад "Методологические проблемы эргономики"

В.П. Зинченко, А.Н. Леонтьев, Б.Ф. Леонтьев, В.М. Мунипов

Доклад "Состояние эргономики в стране и социально-экономическая эффективность внедрения эргономических принципов и рекомендаций"

от НРБ В. Константинов

от ВНР И. Мольнар, Г. Киш

13.00 - 15.00

Перерыв

15.00 - 18.00

II заседание

Доклады: "Состояние эргономики в стране и социально-экономическая эффективность внедрения эргономических принципов и рекомендаций"

от ПНР З. Збихорский, Я. Рознер

от СРР З. Збихорский, Я. Рознер

от ЧССР З. Заставка, О. Матоушек, Я. Могельский

от СССР С.И. Горшков, Д.Н. Завалишина, Г.М. Зараковский, З.М. Золина, А.А. Крылов, В.И. Медведев, А.А. Митькин

18.00 - 22.00

Прогулка на теплоходах

29 июля 1972

суббота

10.00 - 13.00

III заседание

(проблемные доклады)

Преподавание психологии труда и эргономики в высших учебных заведениях. Л. Барта (ВНР)

Учет человеческого фактора в проектировании машин и сооружений. М. Хасымский, Н. Градинаров, А. Трендафилов (НРБ)

Эргономика и системотехника. В.Ф. Венда, Г.Л. Смолян (СССР)

Роль эргономики в научно-технической революции

Могельский Я., К. Маха, Э. Боржик (ЧССР)

Итоги и перспективы развития комплексного эргономического анализа. М. Брандт, Х. Хойблайн, Й. Лилле, Е. Клотцбюхер, Р. Хайнеман (ГДР)

Р. Хайнеман (ГДР)

Esth Indm PASCOVIEV  
Plan RAKOVSKI  
Wm Musca LABITIT

Ana Sava LEONTIEV  
Cuba I. SANTI FERNANDEZ  
I. K. K. METZ  
IEA METZ

Esth Indm MUMIROV  
2. K. K.

Романша

С. М. М. М. М.  
KAMELSKI  
MATUSEK  
Z. ELEUT  
Samedi

URSS  
ССР Tchecoslovaquie  
ПНР Pologne  
НРБ Bulgarie  
ВНР Hongrie

Roumanie  
Allemagne  
Yougoslavie

Использование принципов эргономики в проектировании и производстве промышленного оборудования  
П. Исак, К. Костеску, Ш. Димаке (СРР)

13.00 - 15.00

Перерыв

15.00

Свободное время

Dimanche

30 июля 1972

воскресенье

10.00 - 13.00

IV заседание

Научная программа будет определена Международным оргкомитетом и сообщена участникам Конференции 29 июля 1972 года

13.00 - 15.00

Перерыв

15.00 - 18.00

V заседание

Научная программа будет определена Международным оргкомитетом и сообщена участникам Конференции 29 июля 1972 года

lundi

31 июля 1972

понедельник

10.00 - 13.00

Экскурсии по Москве

13.00 - 15.00

Перерыв

15.00 - 18.00

Посещение лабораторий

19.00 - 22.00

Свободные тематические дискуссии

Свободные тематические дискуссии о научных основах эргономики (в холлах 2,3,4,5 этажей корпуса "Ж" Дома студента)

Mardi

1 августа 1972

вторник

10.00 - 13.00

VI заседание

Обсуждение заслушанных докладов  
Принятие рекомендаций Конференции  
Закрытие Конференции

aaw.0011 2/2

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة العمل

والشؤون الاجتماعية

Ministère du Travail

et des Affaires Sociales

Législation - Etudes

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*Semaine Nationale de l'Hygiène et de la Sécurité dans le Travail*

*Ben - Aknoun les 22 - 29 Mai 1965*



**COMPTE - RENDU DES TRAVAUX  
DU COLLOQUE**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DU TRAVAIL

---

SEMAINE NATIONALE D'HYGIENE ET DE SECURITE DANS LE TRAVAIL

du 22 au 29 Mai 1965

---

COMPT E - R E N D U   D E S   T R A V A U X

d u

C O L L O Q U E

Ben-Aknoun, les 23,24 et 25 Mai 1965

--oooOooo--

PROGRAMME DU COLLOQUE

---

DIMANCHE 23 MAI 1965

Ouverture du colloque  
par M. le Ministre du Travail

LUNDI 24 MAI 1965

MATIN

Aspects généraux de l'Hygiène et de la Sécurité dans le Travail

- Les Techniques modernes de prévention
- Intervention sur l'homme au travail
    - Education et propagande
    - Amviance au Travail
    - Nutrition et équilibre physiologique
    - Sélection, orientation et reclassement
  - Intervention sur la machine
    - normalisation des dispositifs protecteurs
    - recherche de moyens d'amélioration et de protection des machines anciennes
  - Organisation du Travail
    - adaptation de la production à l'homme
    - aménagement du poste de travail

SOIR

Médecine du travail en Algérie

- situation actuelle
- modification des structures
- médecine du travail et santé publique

MARDI 25 MAI 1965

Institutions d'entreprise

Remplacement ou adaptation des Comités d'Hygiène et de Sécurité

- secteur privé
- secteur public et secteur autogéré industriel
- secteur autogéré agricole

=====

- OUVERTURE DU COLLOQUE -

ALLOCUTION DE MONSIEUR LE MINISTRE DU TRAVAIL

Monsieur le Ministre souhaite la bienvenue. Il remercie les personnes présentes d'avoir répondu à l'invitation du MINISTRE DU TRAVAIL, il remercie particulièrement les amis français responsables et animateurs de l'Institut National de Sécurité, les responsables de l'Organisme de Prévention du Bâtiment de Paris, les camarades syndicalistes de la C.G.T. et de la C.F.D.T.

Il salue la présence du Docteur WISNER, professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris, éminent spécialiste des problèmes de physiologie du travail, et conseiller scientifique à l'Institut National de Sécurité de Paris.

Il remercie pour la présence du Dr MONTILLIER, chargé de cours à la Faculté d'Alger pour la Médecine du Travail, pour celle importante en nombre et en qualité des frères de l'U.G.T.A. qui participent à la réussite de ce colloque de façon à ce que les problèmes d'hygiène et de sécurité soient pris en charge par les travailleurs eux-mêmes.

Il remercie également les frères représentant les différents Ministères intéressés par ce problème, le représentant de l'Organisme Algérien de Prévention dans le Bâtiment et tous les frères fonctionnaires du Ministère du Travail.

Monsieur le Ministre salue les frères de la Presse qui ont déjà par leurs articles dans la presse écrite, parlée et filmée, donné à cette semaine un caractère national : Alger Républicain, l'A.P.S., le Peuple, la R.T.A.

Dans le but de préserver la santé de nos travailleurs et <sup>de</sup> leurs familles, le Ministère du Travail et l'U.G.T.A. sont absolument décidés à tout mettre en oeuvre sur le plan législatif et structurel de façon que cette activité ne soit pas simplement limitée à cette semaine, mais qu'elle se prolonge d'une façon permanente. Nous sommes assurés pour cela de la collaboration des camarades syndicalistes français, européens, de l'appui du B.I.T. et de tous les organismes s'occupant de la prévention, tels l'Institut National de Sécurité français (I.N.S.) et aussi à titre individuel de tous nos camarades qui oeuvrent un peu partout dans ce domaine.

Monsieur le Ministre propose ensuite les membres du Bureau désignés pour le colloque :

- Comme Président, le camarade BOUZAR Abdelkader, responsable de la Législation et des Etudes au Ministère du Travail, qu'il remercie pour son action dynamique dans l'organisation de cette semaine,
- ABIB, Secrétaire National de l'U.G.T.A., chargé des Affaires Sociales, qui a apporté le concours de la Centrale Ouvrière,
- Le Docteur ABED, responsable de la Médecine du Travail au Ministère du Travail.

ALLOCATION DE M. BOUZAR, PRESIDENT DU COLLOQUE

M. BOUZAR souhaite la bienvenue à tous ceux que M. le Ministre vient de nommer. Il ajoute tous ceux qui ont été constamment sur la brèche pour la préparation du colloque, notamment les camarades du Ministère et ceux du Centre F.P.A. de Kouba - et poursuit :

"... M. le Ministre a mis l'accent - au cours de la conférence de Presse - sur l'importance de l'hygiène et de la sécurité. La Charte d'Alger dit en effet :

"La valeur du travail accompli par les syndicats dépend de la défense des intérêts économiques et culturels des travailleurs et aussi de leur aptitude à favoriser l'augmentation de la production et de la productivité".

En ce qui nous concerne au Ministère du Travail, nous nous référons au rapport d'orientation du 2ème Congrès de l'U.G.T.A. que nous avons fait nôtre et à partir duquel nous prendrons les décisions adéquates en vue de parvenir le plus rapidement possible aux objectifs qui y figurent :

"La législation du travail doit refléter la réalité nouvelle de l'Algérie. L'organisation rationnelle du travail, l'hygiène et la sécurité des travailleurs, la prévention des accidents, l'amélioration des conditions de travail sont des facteurs importants dans l'augmentation de la production et de la productivité".

M. le Président de la République a indiqué les lignes directrices de cette action en lançant le mot d'ordre "RENDEMENT ET PRODUCTIVITE".

L'Hygiène et la Sécurité doivent être l'affaire de tous les travailleurs et de tous les responsables. Notre but est d'aboutir rapidement à certaines ébauches de solutions qui permettront d'engager la lutte contre la souffrance issue des accidents du travail et des maladies professionnelles et contre les dépenses importantes qu'ils entraînent. Comme l'a dit M. le Président de l'Assemblée Nationale, nous manquons de cadres et l'Inspection du Travail est un corps qui n'échappe pas à la règle; c'est ce qui empêche d'exercer au moins par conseil sinon par coercition une pression sur tous les responsables d'entreprises, sans faire aucune différence entre les grands secteurs d'activité d'Algérie : privé, nationalisé et autogéré.

Nous constatons aussi l'absence d'esprit de sécurité parmi nos travailleurs : toute une éducation est à entreprendre de ce côté et si les responsables du Ministère du Travail et les responsables syndicalistes ne se penchent pas rapidement sur ce problème, nous irons vers des situations dramatiques tant sur le plan de la sécurité individuelle et collective des travailleurs, que sur le plan économique..."

M. BOUZAR présente ensuite l'ORDRE DU JOUR aux assistants puis M. le Ministre invite chacun des participants à se présenter afin de faciliter les échanges qui se feront au cours du Colloque :

M. BRIDIER - Fonctionnaire au Ministère du Travail français, Directeur de l'Institut National de Sécurité à PARIS, organisation qui rassemble employeurs et salariés pour traiter les problèmes des accidents du travail. L'I.N.S. a un rôle d'étude, de recherche, de documentation, d'information et d'enseignement à ce sujet.

M. CORNE - Président de l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBT), dont la vocation est celle dévolue au Comité d'Hygiène et Sécurité dans les usines; cet organisme a pour rôle de promouvoir sur la plan national une meilleure prévention, une meilleure sécurité pour les ouvriers du Bâtiment et des Travaux Publics et d'inculquer l'esprit de sécurité lié aux techniques de prévention. En France, le problème des accidents dans le bâtiment est très angoissant: l'an dernier il y eut 800 morts, 30 000 estropiés, 300 000 accidentés. C'est pour cette raison que le Ministère du Travail français a créé cet organisme pour une meilleure prévention des accidents sur les chantiers du bâtiment et des Travaux Publics.

M. TANTY - Secrétaire de la Fédération Nationale C.G.T. Bâtiment chargé d'aider à la formation des cadres pour l'hygiène et la sécurité en entreprise, à la formation des militants des organismes spécialisés, des comités régionaux techniques notamment.

M. LE TRON - Responsable confédéral C.F.D.T. pour l'hygiène et la sécurité en comités d'entreprise. Chimiste, M. Le Tron s'occupe de la formation, de la documentation des militants sur le problème "hygiène et sécurité" en comités d'entreprise

M. PIERRE-JEANNE - Secrétaire de la Fédération Générale de la Metallurgie C.F.D.T., membre de l'équipe confédérale de formation.

M. GIRARD - Assistant au Service de Formation de l'I.N.S. S'occupe du sauvetage-secourisme dans le Travail; parallèlement à la prévention, donc au problème de la diminution du nombre d'accidents, il faut ne pas négliger d'organiser l'action urgente qui tend à la diminution de la gravité des blessures. La tâche essentielle de M. Girard consiste dans l'organisation des cours par correspondance d'hygiène et de sécurité du travail aux cadres et aux travailleurs et dans la collaboration avec les Centrales syndicales pour la formation des membres du comité d'Hygiène et de Sécurité.

M. MORANA - Maître d'éducation physique, rattaché administrativement au Secrétariat d'Etat à la Jeunesse et aux Sports, spécialisé dans les problèmes de manutention manuelle, de comportement physique au travail; fait partie de la délégation de l'I.N.S.

M. WISNER - Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers de PARIS

M. SELLIER - Chef Ingénieur de Sécurité (I.N.S.) s'occupe de la réalisation de films, de la diffusion du matériel d'information : imprimés, affiches, brochures, etc...

M. LELARGE - Membre du Comité Technique national Metallurgique C.F.D.T. de France.

M. RICHARD - Dirige l'Association de la Médecine du Travail, Bâtiment et Travaux Publics pour la région d'Alger et les associations régionales d'Oran, Constantine et Annaba. (METRABAL)

- M. MONTILLIER - Médecin du Travail à temps complet dans les Compagnies du Pétrole, chargé de cours de médecine du travail à la Faculté d'Alger.



M. DELPIAZZO - Médecin du Travail, Service inter-entreprise (SMETPAS) pour l'Algérie et les chantiers du Sahara. Organisme parallèle à celui de M. RICHARD, s'occupant également de travaux publics.

M. SULTANA - Médecin du Travail, Bâtiment et Travaux Publics (METRABAL) pour la région d'Alger.

M. DOMER - Directeur du Service Médical des Entreprises des Travaux Publics pour l'Algérie et le SAHARA (SMETPAS)

M. AUBOIRON - de l'Inspection du Travail de France, conseiller du travail à l'Ambassade de France en Algérie.

M. ALLAOUICHICHE - Secrétaire Général de l'Union Régionale d'Alger de l'U.G.T.A., membre de la Commission Exécutive Nationale.

M. BRIKI - Secrétaire de l'Union Régionale de l'U.G.T.A.

M. BOUSSAAL - Secrétaire de l'Union Régionale de l'U.G.T.A. chargé d'éducation syndicale

M. BOUZAR Abderrahmane - Membre de la Commission Exécutive Nationale de l'U.G.T.A.

M. AZELI Mohamed - Secrétaire de la Fédération des Travailleurs de l'Enseignement et de la Culture de l'U.G.T.A.

M. GUELLIANI Abderrahmane Union locale de Bab-el-Oued U.G.T.A.

M. BOUZAID - Secrétaire de l'Union Régionale de l'U.G.T.A. chargé d'organisation.

M. AZZI Ahmed - Breveté de prévention, chargé de la prévention et du secourisme au corps des sapeurs pompiers, dirige la sécurité aéronautique, secrétaire de la F.T.E.C.

M. BEN ABDALLAH - Président de la Fédération Algérienne du Sauvetage

M. SI KADDOUR - Vice-Président de la Fédération algérienne du Sauvetage

M. MOUAKI Larafi - Président de la Commission Technique de la Fédération Algérienne de Sauvetage

M. BOUSSELOUB Hocine - Attaché d'administration - Sécurité sociale

M. BENAMARA - Inspecteur divisionnaire des Lois Sociales - Ministère de l'Agriculture

Puis se présentent les cadres du Ministère du Travail :

M. HAMDI - Secrétaire Général

M. HASNI - Secrétaire particulier de M.le Ministre du Travail

M. BENABDALLAH - Sous-Directeur de la Formation Professionnelle des Adultes

M. HAKIMI - Médecin du Travail

M. ABED - Médecin du Travail

M. CHAFAI - Chargé de mission

M. SAHLI - Inspecteur du Travail

M. BOUK'HIL - Administrateur civil

Mme PEYRE - Administrateur civil

M. BARIOL - Conseiller Technique

M. WEISS - Administrateur civil

M. SAIS - Inspecteur du Travail

M. PERCOT - Chargé de Mission

M. SAADADOU : Détaché au Ministère du Travail

M. BELKHODJA - Sous-Directeur de l'Emigration

M. CHELBI - Directeur Départemental du Travail et de la Main d'Oeuvre (D.D.T.M.O.) d'Al Asnam

M. KIDRIOUI - D.D.T.M.O. Alger

M. DIB - D.D.T.M.O. AL Asnam

M. BOUHARA - Sous-Directeur de la Règlementation

M. KASBADJI - Sous-Directeur du Personnel

M. CHERFAOUI - X D.D.T.M.O. Tizi-Ouzou

Le Secrétariat est assuré par :

Mlle BEUDIN - Professeur de commerce au Service Technique et Pédagogique

Mme DUNAND - Secrétaire

Mlle DAHMANI - Secrétaire

-----

Le Dr M. BOUVER... a répondu à cette question...  
M. BOUVER a répondu à cette question...  
partout où il y a des hommes...  
Il demande que les hommes soient...  
et que les hommes soient...  
le temps libre pour la famille...  
Le directeur a répondu...  
en abordant le thème de la sécurité...  
Techniques modernes de prévention...  
ment nous nous penchons sur l'hygiène...

LUNDI 23 MAI 1965 - MATIN

(1) Choix des hommes...  
de façon de travail...  
acceptables...  
au jour, après les hommes...  
question qui se pose est...  
de M. BOUVER : Quand on se trouve devant le problème des hommes au travail...  
sont enregistrés...  
Discussions à l'attention des hommes...  
en fait de travail...  
et annonce la décision...  
d'un organisme...  
un certain nombre de...  
Bénéfice...  
197 de loi...  
travail...  
concernés...  
les hommes...  
les hommes...  
et M. BOUVER...  
le thème de la sécurité...  
à l'œuvre de tout...

ASPECTS GENERAUX DE L'HYGIENE ET DE LA

SECURITE DANS LE TRAVAIL

Le Dr M. BOUVER... a répondu à cette question...  
M. BOUVER a répondu à cette question...  
partout où il y a des hommes...  
Il demande que les hommes soient...  
et que les hommes soient...  
le temps libre pour la famille...  
Le directeur a répondu...  
en abordant le thème de la sécurité...  
Techniques modernes de prévention...  
ment nous nous penchons sur l'hygiène...

M. BOUZAR ouvre les travaux effectifs du colloque et demande si certains participants ont des suggestions à émettre en ce qui concerne l'ordre du jour. Il demande que les interventions soient directes, sans inscriptions préalables et que les discussions se fassent dans les délais les plus courts, étant donné le temps limité prévu pour la tenue du colloque.

Le Président du colloque présente et commente rapidement l'ordre du jour en abordant l'ASPECT GENERAL DE L'HYGIENE ET LA SECURITE DANS LE TRAVAIL.  
Techniques modernes de prévention : ces techniques sont connues et suffisamment rodées pour que nous puissions en bénéficier en Algérie.

- 1) Intervention sur l'homme au travail : elle comporte une incidence directe sur le caractère physiologique, psychologique et psychotechnique de ce mode d'intervention.
- 2) Intervention sur la machine : C'est la dernière tendance en cours : L'homme doit être protégé malgré lui; il faut préserver l'homme de ce monstre qu'est la machine avant même qu'il soit fabriqué et ne le livrer à l'homme que lorsque la protection sera suffisante. Nous aborderons donc les normalisations des dispositifs protecteurs par le système de l'homologation qui existe dans divers pays mais dont les normes sont souvent différentes. Le Service d'homologation n'existe pas encore au Ministère. Par ailleurs, nous ne pouvons pas envisager d'éliminer les machines insuffisamment protégées qui fonctionnent actuellement dans les entreprises du pays, mais on peut parfaitement envisager de neutraliser le danger qu'elles font courir aux travailleurs qui les utilisent.
- 3) Organisation du Travail : Ces techniques sont très développées dans les pays fortement industrialisés. En Algérie une assez importante partie du pays est industrialisé; il serait par conséquent aberrant de ne pas tenir compte, dans le secteur autogéré nouveau, qui se veut l'une des bases fondamentales et le secteur pilote de l'économie de ce pays, de cet aspect du problème d'organisation du travail.

M. BOUZAR propose d'inscrire à titre complémentaire à l'ordre du jour les points suivants :

- uniformisation du système de contrôle
- réparation des accidents du travail et maladies professionnelles, car nous constatons que les Compagnies d'Assurance qui couvrent les accidents de travail sont particulièrement défaillantes. Référence est ici faite au projet de loi sur la Sécurité Sociale actuellement déposé au Bureau de l'Assemblée Nationale.
- un dernier point à discuter à titre subsidiaire : nécessité de la création d'un organisme spécialisé dans la prévention. Le Ministre du Travail a abordé hier la question officiellement et annoncé la décision de créer un organisme de prévention: il ne s'agit pas de discuter la décision du Ministre, mais de trouver dans quelles conditions l'organisme sera le mieux adapté aux besoins actuels du pays.

Discussion : la discussion est alors ouverte et les interventions suivantes sont enregistrées.

Dr WISNER : Quand on se trouve devant le problème de l'homme au travail, les questions qui se posent sont bien celles mentionnées au paragraphes de l'ordre du jour: choisir les hommes, les former, les mettre dans des conditions acceptables.

- 1) Choix des hommes : Il y a d'abord un aspect moral; il y a en Algérie moins de postes de travail que d'hommes aptes au travail. Il se présente donc une tentation : ne faut-il pas essayer de prendre les meilleurs ?

Le Dr WISNER estime que ce n'est pas à lui à répondre à cette question d'ordre moral mais si l'on admet qu'on a le droit de faire une sélection, l'on sait d'un point de vue technique que pour être raisonnable une sélection doit éliminer peu de gens. Eliminer 10 à 15 %, c'est une sélection raisonnable, car une telle proportion a des chances de représenter des éléments physiquement ou psychiquement inadaptés ou très difficilement adaptables qui existent dans n'importe quelle population. Eliminer 50 % c'est opérer une sélection injuste, car les hommes sont répartis en très aptes, peu aptes et moyennement aptes et c'est cette dernière catégorie qui constitue la grande masse.

Ceci, bien entendu, est un avis technique à discuter. L'autre aspect, le Dr Wisner le rappelle, est d'ordre politique, concernant l'attitude vis à vis de l'homme, il s'agit d'une option qu'il appartient aux responsables de prendre.

Il existe un dernier aspect, celui de la rentabilité. Une sélection est très rentable si l'on veut éliminer un certain nombre de grosses choses, de gros défauts. Une sélection plus poussée, une sélection "au peigne fin" n'est au contraire pas rentable. C'est ainsi qu'il est, par exemple, souhaitable d'éliminer à l'avance des centres de F.P.A. ceux dont on a toutes les raisons de penser qu'ils ne pourront pas continuer jusqu'au bout.

2°) Formation : On voit souvent cette question sous l'angle de la formation à la sécurité. Sans doute est-ce nécessaire, mais le Dr Wisner voudrait insister sur un point qui lui paraît capital : celui de la sécurité à l'intérieur de la formation. La façon la plus efficace d'avoir des gens ayant un comportement sûr est de leur enseigner, lors de la formation, le geste sûr. Il est en effet très difficile à l'homme de changer son comportement, une fois qu'il en a acquis un, alors qu'il lui est facile d'en adopter un à l'origine. A cet égard, une réflexion sur le comportement des stagiaires de F.P.A. apparaît très importante.

Ceci ne veut pas dire qu'il ne faille pas faire des affiches, des campagnes de propagande, etc., car il y a toute une masse de gens qui n'ont pas reçu de formation, mais ceci signifie que, chaque fois qu'on le peut, quand on donne une formation, on la donne en indiquant le bon geste à faire. Il n'y a pas deux techniques, l'une qui serait efficace économiquement et puis l'autre, la technique de sécurité. Il ne faut pas que le stagiaire ou le travailleur ait appris une technique, celle où on va vite et qu'après quelque chose vienne lui dire : oui, mais pour la sécurité, il faut agir autrement, car, alors, on aboutit à un mélange de comportements, finalement à la fois dangereux et peu efficace. Il faut donc choisir et envisager une technique à la fois intéressante du point de vue de la production et sûre...

3°) Les conditions de travail :

a) Nutrition et équilibre physiologique. Il s'agit d'un domaine où l'on ignore à peu près tout. Des recherches sont à entreprendre dans ce domaine et il semble qu'elles incombent aux organisations internationales telles que l'O.M.S. et le B.I.T. Il serait légitime et intéressant que l'Algérie soit l'endroit où se trouverait un centre de recherche dans ce domaine. On ne sait pas actuellement dans quelle mesure quelqu'un qui se trouve dans un état de nutrition peu satisfaisant est capable de fournir un travail et dans quel délai, avec une meilleure alimentation, il sera capable de fournir un travail satisfaisant. C'est un problème grave qui se pose à travers le monde: si l'on met au travail des gens qui sont dans un mauvais état de nutrition, il y a une période d'adaptation qui souvent se passe très mal, avec des risques effroyables d'accidents et d'atteintes biologiques, telles que la tuberculose. L'organisme doit passer d'une situation à une autre tellement

différente que l'adaptation est vraiment difficile. C'est un problème important à traiter.

b) L'ambiance de travail: Le point dominant, ici, et surtout dans le sud, c'est la question du travail à la chaleur qui doit faire l'objet de recherches. L'Algérie est particulièrement bien placée de ce point de vue, des recherches y avaient déjà été effectuées il y a quelques années dans les mines de fer et les exploitations de pétrole. Elles sont à continuer de façon à déterminer dans quelles conditions il faut placer l'homme mais en précisant toutefois "conditions non luxueuses", sinon ces aménagements resteront l'apanage de quelques compagnies pétrolières et la masse des gens n'en bénéficiera pas. La recherche est donc à faire dans l'esprit d'un pays qui n'a pas l'investissement facile et en tentant de réaliser un compromis entre ce qui est nécessaire et ce qui est possible.

En résumé, trois domaines :

- un domaine sélection - orientation, où il n'y a pas de question technique car on sait ce qu'il faut faire, mais où demeure une interrogation: faut-il le faire ?
- un domaine de formation dans lequel certaines réflexions sur les modalités d'action et les techniques de travail peuvent aboutir à des résultats pratiques immédiats,
- un domaine de l'adaptation de l'homme au travail, très important où il s'agit actuellement beaucoup plus de recherches à effectuer que de recommandations pratiques.

M.BRIDIER reprend les questions présentées par M.le Dr Wisner, mais les présente dans un ordre différent. L'action pour la sécurité peut se faire sur trois plans :

- 1°) Les études et la recherche
- 2°) La formation et l'information
- 3°) La réglementation et le contrôle.

Je cite volontairement ce point le dernier, bien que l'inverse ait été généralement fait et que les grands pays aient abordé d'abord la réglementation et ensuite les recherches et l'étude. Abordons le point éducation et propagande, (les termes formation et information ont le même sens).

D'une façon très théorique on peut dire que l'on fait de la formation lorsqu'on s'adresse directement et personnellement à des individus, et que l'on fait de l'information lorsqu'on s'adresse collectivement et indirectement à des masses.

Les méthodes de formation sont celles de l'enseignement: cours, conférences, travaux pratiques, méthodes pédagogiques actives, travaux personnels des stagiaires et des correspondants méthodes se rapprochant de celles utilisées par l'enseignement public.

L'information au contraire utilise les méthodes de commerce pour vendre la marchandise: utilisation de films, affiches, brochures, radio, télévision.

Lorsque l'on fait de la formation, ceux qui reçoivent sont actifs; ils participent eux-mêmes à la formation. Au contraire celui qui reçoit la propagande est passif. Le travailleur voit une affiche, il n'est pas allé la chercher. Il faut donc avoir des méthodes très différentes dans les deux cas.

Ce qui est vrai en France, l'est plus encore en Algérie: il y a au travail une masse énorme d'ouvriers qui n'ont pas reçu cette formation

avant d'entrer en entreprise; il faut la leur donner. Il faut donc une action à longue échéance et une action à courte échéance.

A longue échéance il faut introduire la sécurité dans les programmes scolaires; il ne serait pas bon de faire une discipline spéciale de la sécurité; il faut au contraire intégrer la sécurité dans toutes les autres disciplines. Lorsqu'on fait une leçon de calcul, de physique, une dictée, il semble qu'on puisse introduire à un moment ou à un autre la règle élémentaire de sécurité. Ce n'est d'ailleurs pas seulement la sécurité au travail mais la sécurité en général, sur la route, dans la famille, à l'école qui doit être enseignée.

Lorsqu'on passe à l'enseignement technique, quand on apprend un métier, on peut donner beaucoup plus facilement des notions de sécurité professionnelle en même temps que l'on apprend le geste professionnel. Exemple concret: il est recommandé de ne pas utiliser une meule sans avoir des lunettes de protection. Si on apprend à l'élève à mettre ses lunettes chaque fois qu'il se présente à la meule, c'est un comportement qui lui restera pour la vie. C'est beaucoup plus difficile d'apprendre cela à quelqu'un qui travaille depuis 15 ans.

A brève échéance, pour ce qui est de l'information de la grosse masse des travailleurs, elle ne peut se faire que sur les lieux de travail, à l'usine, à l'atelier, sur le chantier. Pour cela il faut des animateurs. Ceux-ci sont peu nombreux ou inexistants, il faut donc former des formateurs. C'est par là qu'il faudrait commencer: former des gens qui répercuteront la formation au niveau des usines, ateliers, chantiers. M.MORANA pourra vous expliquer, ce qu'on fait dans le domaine très particulier de la manutention manuelle, non pas directement dans l'usine, mais en stage de moniteurs, ceux-ci répercutant ensuite ce qu'ils ont appris parmi leurs camarades, car il est impensable de vouloir former la grosse masse des travailleurs par une méthode directe.

Dr ABED s'associe pleinement à la conclusion magistrale de M.BRIDIER

Dr MONTILLIER: Une question de nutrition qui est très importante et d'actualité presque quotidienne, c'est la distribution du lait. Nombre d'entreprises m'ont demandé s'il fallait distribuer du lait aux travailleurs exposés au saturnisme et au benzolisme. J'ai répondu qu'il n'existe pas de texte législatif prévoyant cette disposition et que la distribution du lait sur le chantier serait probablement plus nuisible qu'utile aux travailleurs; c'est ce qu'a dit le Ministre du Travail français il y a quelques années...

Dr WISNER: Fondamentalement le lait ne fait rien. C'est un aliment...

M.BOUZAR: C'est une question très importante, parce qu'elle présente deux aspects: d'une part l'aspect juridique il n'y a pas de texte législatif, d'autre part l'existence d'un mythe très répandu parmi les travailleurs de tous secteurs d'activité suivant lequel le lait possède des vertus extraordinaires. Dans le cadre de la Campagne d'Assainissement, le problème du lait a été abordé par la question de l'hygiène alimentaire. Nous n'avons pas la possibilité actuellement en Algérie de distribuer constamment du lait d'excellente qualité: la production est insuffisante et la tentation est grande pour les fraudeurs de se livrer au "mouillage" du lait. Il s'agit donc d'une protection illusoire à plus d'un titre.

Dr ABED pose au Dr MONTILLIER la question : "Avez-vous eu des Cas de toxico-infection ?"

Dr MONTILLIER : Non, seulement un cas grave d'infection causée par le paravis d'un cuisinier avec du lait en boîte.

M. BOUZAR : Il doit être difficile de savoir, en présence d'une intoxication très brève, si elle vient du lait ou non. Mais n'y a-t-il pas - je m'adresse aux médecins - des effets de plus longue durée ?

Dr MONTILLIER : Il est difficile en effet de dire si l'intoxication vient du lait ou non. Il faudrait examiner les travailleurs intoxiqués tout de suite pour se prononcer.

Dr WISNER : Je souligne un danger supplémentaire: Il est dangereux de faire croire qu'un travailleur exposé aux vapeurs de benzol est protégé par le lait : ce n'est pas vrai; il est préférable que le risque apparaisse dans toute sa nudité. Pourtant ce mythe est difficile à dissiper; c'est un problème psychologique.

M. BOUZAR : A mon avis, il ne faut pas développer la distribution de lait sur les lieux du travail mais attirer l'attention des travailleurs sur le caractère illusoire de la protection.

Dr WISNER : Le lait est peut-être pour nous l'occasion d'étudier la question de l'alimentation au travail. De ce point de vue, il y a là quelque chose d'intéressant. Des hommes venant du bled où ils ont eu une certaine alimentation correspondant à un certain type de travail (alimentation liée aux possibilités de la récolte) et arrivant dans un secteur industriel ne savent pas faire l'adaptation alimentaire nécessaire. Cela cause des ravages considérables chez les algériens en France. Ils ne "savent pas manger" et, en plus, il leur est difficile de trouver des aliments qui leur plaisent. Il faudrait organiser des cantines, favoriser la vente de certains aliments.

M. ABIB : Il ne serait pas concevable de dire au travailleur que le lait n'a pas les qualités qu'on lui prête sans faire parallèlement une propagande pour certains aliments. Il faut que les gens se nourrissent en fonction des travaux qu'ils font.

Dr ABED : Je préciserai que ce qui compte, c'est de ne pas boire le lait sur les lieux du travail exposés aux toxiques.

M. BOUZAR : A partir de cette discussion triangulaire, nous pouvons définir la question de nutrition pour le travailleur algérien. En ce qui concerne la distribution de lait, il faut que chaque responsable d'entreprise sache que le lait n'assure aucune protection et bien entendu les camarades syndicalistes oeuvreront dans ce sens. C'est le corps de contrôle qui doit intervenir avec l'assistance soutenue des syndicalistes pour ce qui est de l'interdiction de cette distribution.

En ce qui concerne l'aspect évoqué par le Dr WISNER de malnutrition, la nécessité d'étendre aux lieux de production le système des cantines est à inscrire parmi les solutions à y apporter.

M. BRIKI pose le problème sous un autre angle :

Le travailleur considère le lait comme un avantage en plus de son salaire, tenant compte de l'effort fourni au travail, du risque qu'il engage. On peut lui dire que le lait n'est pas bon sur le lieu de travail mais il faut en donner la contrepartie. Il faut lui dire que le patron est dans l'obligation de lui donner un litre de lait ou un autre aliment à prendre chez lui. Il s'agit d'un supplément de calories auquel il a droit en échange du supplément d'effort fourni.

Dr SULTANA : Telle est effectivement la mentalité du travailleur algérien à ce sujet. Il désire une prime de lait. Supprimer cette idée de prime de lait serait une erreur psychologique.

M. BOUZAR : Il y a une sorte de contradiction à résoudre.

Dr SULTANA : Pas de contradiction. Au point de vue médical, nous avons admis que le lait ne serait en rien la prévention: si l'on souhaite améliorer l'alimentation du travailleur, il est bon de le faire sous une autre forme que celle du lait.

M. BOUZAR : Il y a contradiction surtout entre "prime", celle du lait et consommation effective du lait. Certaines entreprises ont distribué le lait et ensuite ont cessé, sans rien faire pour remplacer le droit acquis par un autre avantage.

Dr HAKIMI : Il faudrait s'entendre sur les termes du débat.

Il est inscrit à l'ordre du jour le terme "nutrition" et à partir d'un aliment, le lait, nous en sommes arrivés à parler de prophylaxie. D'autre part, l'ouvrier algérien, dans l'ensemble, n'est pas un mal nourri, mais un dénutri.

Il est entendu que sur le plan de la prophylaxie, le lait ne sert à rien, alors que sur le plan nutritif, c'est un apport essentiel en calories et en protéines. Il ne faudrait donc pas le supprimer, mais en généraliser la consommation à travers les cantines, ou par le moyen de primes alimentaires. D'une façon générale, sur les chantiers, il y aurait intérêt à ce que les entreprises ne s'en remettent pas au travailleur du soin de préparer son repas mais distribuent des repas froids, équilibrés et consistants. La masse des travailleurs est recrutée dans le secteur rural où la consommation du lait est dérisoire. C'est paradoxalement le citadin qui boit du lait, le campagnard boit de la soupe, à l'eau et mange des galettes d'orge. C'est un dénutri. Son transfert dans d'autres conditions de travail le perturbe. C'est une attitude de luxe de dire que le lait est inutile. Le problème majeur avant de s'occuper de la sécurité, des aptitudes physiques au travail est de faire un ouvrier alimenté d'une manière équilibrée, qui se présenterait au travail dans de meilleures conditions physiques parce qu'il est lui aussi une machine

physique, qui a ses besoins impérieux. On ne peut confondre porphyxie et nutrition. Nous ne sommes pas en Amérique, en France, en Hollande... où on dit que l'alimentation est erronée, mais nous manquons d'alimentation.

M. BOUZAR déclare que l'on pourrait peut-être, après s'être un peu trop étendu sur cette question de nutrition et de lait en particulier, passer à un autre point.

M. CORNE intervient sur "l'Education et propagande". Il estime, lui aussi, que l'esprit de sécurité doit être appris dès le plus jeune âge. Il faut munir les enfants de réflexes conditionnés devant le danger.

Aux plus âgés, sur le lieu du travail, il faut donner la conscience du danger, car beaucoup d'accidents arrivent parce que l'on n'a pas conscience du danger. Et il faut leur dire aussi que ce danger est évitable et leur dire comment il peut être évité.

L'information générale et la formation de moniteurs est importante, elle peut s'adresser par priorité aux délégués du personnel, aux personnes qui ont pour vocation de veiller aux autres et puis ensuite, mais ceci est une oeuvre de longue haleine, il faut assurer la formation des travailleurs eux-mêmes aux idées de sécurité.

Il faut aussi convaincre les gens que la lutte contre les accidents est un devoir civique et social, qu'ils soient persuadés que la prévention est une oeuvre collective. On ne se sauve qu'en sauvant les autres. C'est une idée très importante à inculquer.

Doit-on insister davantage sur l'esprit de sécurité, ou bien doit-on donner des techniques de sécurité ? Les deux choses sont intimement liées car si vous n'avez pas l'esprit de sécurité, vous avez beau avoir de belles techniques de sécurité, elles ne seront pas efficaces.

Pour terminer, il rappelle, lui aussi que l'apprentissage d'un métier comporte l'apprentissage de la sécurité, l'apprentissage du métier ne peut pas être dissocié de la sécurité; il faut apprendre le geste utile et non pas le geste néfaste. Si le danger est écarté sur la machine, l'ouvrier peut alors travailler de façon plus efficace et plus productive.

M. BOUZAR : Nous avons parlé du problème de la chaleur, mais nous devons aussi aborder toute la gamme qui se retrouve dans tous les pays industriels et agricoles : de l'ambiance au travail, particulièrement des poussières dont souffrent bien des travailleurs employés dans des entreprises ou les chantiers alfatiers du sud présentant ce risque particulier.

Dr HAKIMI revient sur la partie "éducation et propagande" et notamment sur la formation aux aptitudes de l'ouvrier au travail, en prévoyant un développement de ses conditions physiques. On a suggéré d'inclure déjà dans les programmes scolaires l'enseignement de réflexes de sécurité en vue de l'acquisition d'une seconde nature qui prémunisse l'ouvrier. Il faudrait aussi inclure dans l'enseignement, ou en marge de l'activité de l'entreprise, des exercices physiques, la pratique des sports, en vue de donner une musculature importante, surtout pour les ouvriers de campagne qui ont une attitude maladroite devant une machine. Il faut leur donner des gestes souples.

M. TANTY : Avant d'aborder le problème technique des poussières, je voudrais parler de l'esprit de sécurité, des raisons pour lesquelles cet esprit n'existe pas chez les travailleurs... car, enfin, un travailleur n'est pas blessé de gaité de coeur, les conséquences de l'accident sont graves non seulement pour lui mais pour sa famille. En fait, il faut bien le dire, ce sont les conditions mêmes de la production qui l'amènent à être victime d'un accident du travail ou encore d'une maladie professionnelle. Il est nécessaire de le souligner, car, sinon, on ne comprendrait pas pourquoi il n'y a pas davantage d'efforts de faits parmi les travailleurs au point de vue sécurité.

Même dans l'Algérie nouvelle, on subit les conséquences de cette situation car les travailleurs sont marqués par les habitudes de production antérieures. Et c'est maintenant seulement que les choses vont pouvoir commencer à changer.

A cet égard, un aspect important a été abordé ici : celui de la formation professionnelle. Or, il faut bien le dire franchement, là encore, les méthodes de formation telles qu'elles existent en France et le rythme de productivité imposé dans les entreprises ne permettent pas d'inculquer la sécurité lorsqu'on fait de la formation professionnelle. Autrefois, un ouvrier qui apprenait peu à peu son métier dans des conditions de production très différentes pouvait apprendre en même temps le moyen de se protéger contre les risques d'accidents. Ce n'est plus possible aujourd'hui.

Quant à la propagande, elle ne peut avoir que des résultats limités et certains essais tentés dans les centres de F.P.A. par l'O.P.P.B.T.P. n'ont pas été heureux, car, comme l'ont souligné les autres participants au Colloque, on ne peut en réalité dissocier sécurité et apprentissage technique du métier. C'est à chaque étape de l'apprentissage du métier que doit être enseignée la sécurité en indiquant chaque fois le geste sûr et celui-là seulement. Il faut surtout former des hommes à penser sécurité; les militants syndicalistes ont aujourd'hui tant de problèmes à penser qu'il faudrait parmi eux former des spécialistes. Même en développant l'esprit de sécurité, il faut savoir qu'il faudra mener une bataille de tous les instants sur les lieux de travail: en France, cette bataille commence à peine à produire ses fruits maintenant.

Sur un autre plan, celui de la nutrition, je suis d'accord avec ce qu'a dit tout à l'heure le Dr Hakimi et j'ajoute que certains détails ont leur importance : la distribution de boissons fraîches sur les lieux du travail, l'ambiance des lieux où l'on prend son repas, si possible dans une salle propre et agréable et non au milieu des gravats ou de la graisse de machine.

M. MORANA : Dès l'école on peut apprendre au futur travailleur à faire des efforts physiques rationnels. Au travail, il n'aura pas encore l'expérience professionnelle, mais aura acquis un certain nombre d'acquisitions qui lui permettront de se sauvegarder, et cela d'une façon collective, comme l'aura formé l'équipe.

Au point de vue alimentation, le sportif choisit son alimentation en fonction de l'effort qu'il doit faire; cela aussi est une bonne habitude que pourra prendre le futur travailleur.

Au point de vue psychologique, l'éducation physique a un rôle important à jouer, car éducation n'est pas dressage et l'éducation physique permet d'acquérir un état d'esprit qui conduit à la technique.

M. BOUZAR revient sur la question ambiance, poussières, bruit, chaleur, etc...

M. BRIDIER : On ne peut aborder cette question que sous un aspect très général car, pour ne parler que des poussières, c'est avant tout un problème de technique. Que faut-il faire pour sauvegarder la santé du travailleur ? C'est éviter qu'il respire de l'air polluée, de l'air chargé de poussières. Il faut donc ou bien supprimer l'émission de poussière à la source, ou bien, si on ne peut pas la supprimer, la capter avant qu'elle ait pu contaminer ou gêner le travailleur. C'est donc avant tout un problème de technique dont la solution dépend de l'installation même de l'atelier ou du chantier.

La protection individuelle, le port du masque constitue la dernière des solutions à envisager. Il faut d'abord essayer d'éviter le risque, de le neutraliser et c'est seulement en cas d'impossibilité absolue qu'il faut demander au travailleur de porter un protecteur adapté à ce besoin. Mais je ne pense pas qu'on puisse demander à un travailleur qui fait un travail pénible de porter un masque même une heure ou deux...

De toute façon il s'agit de problèmes très techniques, qui sont fonction de la difficulté à résoudre. Je ne pense pas que, dans un colloque très général comme celui-ci, nous puissions aborder des problèmes particuliers dont la solution est liée à des circonstances de fait et d'espèce..

M. GIRARD donne des précisions sur la formation des responsables et animateurs de sécurité appelés à jouer un rôle dynamique dans les entreprises : ingénieurs, membres des Comités d'Hygiène et de Sécurité (C.H.S.), militants syndicaux, cadres, contremaîtres... Il indique le schéma de travail adopté dans ce domaine par l'I.N.S. Les moniteurs sont en général des professionnels ayant une longue pratique du métier.

Le but est de donner non seulement une formation technique, mais aussi un esprit. Une large place est faite à l'analyse des accidents du travail et de leurs causes souvent complexes; les animateurs se voient enseigner les moyens à leur disposition pour lutter contre les accidents.

Dans ce travail, les méthodes actives sont largement utilisées, notamment grâce à l'étude de cas concrets, car la prévention suppose une participation active des travailleurs.

Les animateurs ainsi formés doivent constituer la cheville ouvrière de la sécurité dans les entreprises.

M. P. JEANNE : Il ne faut pas oublier un maillon essentiel dans cette oeuvre d'éducation à la sécurité, le maillon syndical. C'est le syndicaliste surtout qui vit avec les travailleurs, qui peut faire passer facilement l'esprit de sécurité. Il faut que le syndicaliste apporte sur place aux travailleurs cet esprit de prévention illustré par les affiches. Le syndicat peut et doit mobiliser les travailleurs sur ces questions de sécurité comme il le fait pour des actions revendicatives (salaires, etc...). Nous pouvons donner un certain nombre d'exemples où les syndicalistes ayant pris en charge la sécurité de l'entreprise, ont particulièrement réussi (exemple: port de casques, qui ne se serait jamais fait sans eux).

M. CORNE souligne le rôle de la presse.

Lorsque la presse (écrite, parlée ou télévisée) relate un accident, elle doit aussi parler de la prévention.

Importance aussi des statistiques. En 1945, lorsque l'Etat français a réglementé la déclaration des accidents, il s'est préoccupé davantage de réparation que de prévention. Il faut que les échelons dirigeants connaissent les causes de l'accident. Au moment des déclarations d'accident il faut tenir compte des causes d'accident, c'est un élément important dans l'action des compagnies d'assurance.

M. BRIDIER pour conclure sur cette question de formation, propose le slogan :  
"UN TRAVAIL QUI N'EST PAS FAIT EN SECURITE N'EST PAS UN TRAVAIL BIEN FAIT"

Dr ABED propose de passer au chapitre suivant :

#### Les problèmes d'ambiance du travail

Dr WISNER : A propos des problèmes d'ambiance, je voudrais revenir sur le début. En fait, je suis spécialiste des problèmes de bruits, mais si ne je me suis pas étendu sur ce chapitre, c'est volontairement : on ne meurt pas des bruits, rarement des poussières, mais la chaleur, c'est un ennemi terrible.

Un exemple très concret, celui du travail dans les mines d'or d'Afrique du Sud. Actuellement l'exploration se fait à 4 000 mètres de profondeur, il y fait très chaud. Avant la mise en application des mesures actuellement en vigueur, les mineurs avaient un rendement de 20 % de celui qu'on a près de la surface; la mortalité y était de 2 % par an par coups de chaleur. Après des études, on a installé une climatisation relative qui a permis de porter le rendement à un taux de 50 % du rendement obtenu près de la surface; la mortalité par coups de chaleur est, de son côté descendue à 0,5 %..

Il s'agit donc d'un domaine à la fois grave sur le plan de la santé publique et très grave au point de vue économique. Je suis persuadé que les entreprises algériennes en été doivent avoir dans l'ensemble des chutes de production qui ne sont en aucune manière dues à un relâchement de l'effort des travailleurs, à leur paresse, mais au fait que, si ils fournissent un certain effort dans un certain climat, ils ont des coups de chaleur, dont éventuellement ils peuvent mourir. Il y a une limitation biologique violente à propos du problème de la chaleur. C'est un problème vital.

Dans une usine d'un pays chaud, en été, là où il y a des machines qui produisent de la chaleur, ce qui est dramatique, c'est qu'on ne peut plus perdre cette chaleur - il se produit des calories dont les hommes ne peuvent plus se débarrasser...

C'est donc un problème à la fois de santé et d'économie où les efforts devront être particulièrement rentables. Aménager un atelier exposé à la chaleur en Algérie, c'est réaliser des investissements qui seront peut-être amortis en une seule année.

En ce qui concerne les accidents, tout prouve que la chaleur est cause d'accidents, car en ce qui concerne les effets de la chaleur, il faut tenir compte non seulement des effets physiques, du bain de chaleur dans lequel tréparent les ouvriers, mais également des effets sur le système nerveux;

s'il y a un dérèglement calorique, le système nerveux ne fonctionne plus bien, les gens ne font plus attention et c'est une source de catastrophes.

Dr ABED : Ne pensez-vous pas que le bruit a des effets parallèles à ceux de la chaleur, aussi traumatisants ?

Dr WISNER : Par rapport aux effets de la chaleur, du travail à plus de 35°, les conséquences du bruit sont relativement faibles. Ce n'est absolument pas du même ordre. Et j'insiste sur l'aspect économique. Il faudrait avoir des statistiques pour mesurer la baisse de rendement, mais je suis sûr de ce que j'avance... C'est physique, nous ne pouvons pas vivre normalement au-delà de 37° de température interne; si on nous fournit beaucoup de calories, nous ne pouvons plus les perdre, cela ne va plus...

Dr HAKIMI : En évoquant ces problèmes d'ambiance du travail, on a parlé tout à l'heure des difficultés techniques au niveau de la prévention (port du masque, etc...) Or, je crois qu'en Algérie nous n'en sommes pas encore à ce stade. Nous devons d'abord nous demander si ces différents dangers (poussières, produits toxiques, chaleur d'une fonderie ou du Sahara), ont bien été détectés, si on s'est préoccupé de leurs effets néfastes ou toxiques. Cet après-midi, nous aborderons le chapitre de la médecine du travail, mais je ne pense pas anticiper en me contentant de situer les données relatives à l'ambiance du travail.

Il y a évidemment les conditions d'hygiène, de chauffage, d'aération, d'empoussiérage; il existe en Algérie des usines où les conditions d'empoussiérage sont épouvantables, mais cet empoussiérage n'a pas été détecté au niveau de l'ouvrier; et cet ouvrier-là, une fois intoxiqué, atteint d'une quelconque pneumococcose, n'est pas soumis à une surveillance périodique; on n'arrive pas à fixer chez lui une sorte de seuil à partir duquel on doit l'orienter vers une autre tâche...

En matière d'ambiance, il faut donc que la médecine du travail en Algérie se préoccupe de situer le danger, de voir ses interférences et le degré de sa nocivité sur l'organisme humain, de prévoir une surveillance de l'homme. Le problème des conditions de travail au Sahara est essentiel. A cet égard, c'est une chance pour l'Algérie d'avoir à introduire une main d'oeuvre dans des conditions qui ont déjà été étudiées par les Anglais au cours de la campagne en Lybie, par les Américains en Floride et, je ne l'ai appris que ce matin, par les Français à Tindouf. Ces recherches ont abouti à la découverte d'une pathologie particulière, due non seulement à l'exposition à une ambiance surchauffée mais également à la sécheresse. En plus du coup de chaleur, existe le risque de déshydratation. En 24 heures, même au repos, à l'ombre, un homme peut, à Colomb-Béchar, perdre 20 Kg d'eau, c'est à dire un tiers ou un quart de son poids. Certaines lithiases, certains calculs dans les reins, trouvés chez des ouvriers peuvent-ils être considérés comme des maladies professionnelles, où s'agit-il de diathèses ayant d'autres antécédents ?

En matière d'ambiance, les problèmes sont donc multiples en Algérie et nous sommes très démunis. Quant on parle du port du masque, il faut réaliser qu'il faudrait d'abord avoir des usines aérées et un contrôle sanitaire. Le port du masque apparaît ainsi comme une ultime protection et presque comme une sorte de luxe...

M. BRIDIER : Si l'on veut synthétiser le débat, je crois qu'il faudrait remonter un peu plus haut et dire qu'en ce qui concerne les ambiances, la méthode à suivre doit être la même que pour tous les autres risques professionnels.

C'est à dire qu'il faut d'abord analyser le risque et pour cela recueillir des informations, au moyen des déclarations, des enquêtes, de mesures sur les lieux du travail. Pour mesurer, il faut évidemment des techniciens et du matériel : appareils de prélèvement, laboratoires, sonomètres pour le bruit, etc... Il s'agit ensuite de trouver un remède et de faire une installation technique. Certes, je suis d'accord avec le Dr HAKIMI, la protection individuelle ne peut venir qu'en dernier lieu, en bout de chaîne, mais c'est un ensemble de problèmes qui se posent et il y a une technique particulière pour chacune des branches de risques : chaleur, bruit, poussières...

Pour ce qui est de la chaleur, je signale qu'un laboratoire dirigé par le Professeur METZ à Strasbourg, s'est livré à des études très poussées et a envoyé un spécialiste ici même en Algérie, au Sahara. Il est dommage que ce travail ne serve pas.

Dr WISNER : C'est précisément ce type de recherches que je souhaiterais voir reprises. Cela me paraît très important non seulement pour l'Algérie mais pour tous les pays qui doivent faire du travail en zone aride.

Je pense que les organismes internationaux devraient s'intéresser à ces recherches et envoyer en Algérie des équipes spécialisées dans les problèmes de chaleur. Ce serait d'un intérêt considérable au point de vue hygiène et aussi au point de vue de l'économie.

M. AZZI intervient pour faire une remarque à propos de la discipline du colloque. Il regrette qu'on mélange les questions à l'ordre du jour et qu'on n'épuise pas celui-ci méthodiquement, paragraphe après paragraphe. Cette absence de méthode rend la discussion plus difficile à suivre, surtout pour les non spécialistes.

En ce qui concerne l'ambiance du travail, la législation existante contient déjà une série de prohibitions ou d'obligations touchant par exemple l'évacuation de la sciure de bois d'une scierie, la poussière de sucre d'une sucrerie, etc... Il faudrait que les patrons, les comités de gestion, les syndicats étudient ces problèmes et que des personnes qualifiées fassent parvenir des rapports afin de permettre l'élaboration d'une législation adaptée aux besoins de l'Algérie.

Dr WISNER : A ce propos, je voudrais tout de même insister sur un point. La législation ne peut pas tout faire. La législation française qui est pourtant déjà assez lourde ne prévoit rien contre la chaleur et les bruits, tout simplement parce que c'est un domaine très difficile à réglementer. En ce qui concerne les bruits, j'ai essayé d'étudier des propositions à faire, mais je ne suis pas arrivé à une solution...

Je crois que ce colloque ne peut pas s'orienter uniquement vers des questions de réglementation. Il ne faudrait pas que des problèmes susceptibles de réglementation nous fascinent, alors que d'autres, beaucoup plus importants, comme la chaleur par exemple, nous échappent parce qu'ils sont difficiles à réglementer...



M. BOUZAR : Si vous voulez bien, nous allons passer au chapitre suivant :

SELECTION - ORIENTATION ET RECLASSEMENT

Dr WISNER rappelle qu'en Algérie il y a beaucoup moins de postes que de travailleurs et qu'on risque de prélever les meilleurs travailleurs physiques, de faire une sélection médicale et une sélection psychotechnique. Il pose la question à ses collègues syndicalistes : Est-ce que l'Etat algérien accepte de dire à un travailleur : "tu n'es pas assez bien pour occuper ce poste" ? Il y aurait alors une option fondamentale au bénéfice de la collectivité. Ou bien l'option doit-elle être faite au bénéfice du premier homme qui se présente ?

(Demandé d'urgence, M. Bouzar cède momentanément la présidence au Dr ABED)

M. TIFFOUS : Nous avons résolu le problème des Anciens Moudjahidine blessés, malades, à qui nous avons donné des postes légers où la sélection ne jouait pas.

Dr WISNER : C'est un problème différent; un problème d'orientation et non de sélection. Le problème était de mettre les Moudjahidine à la meilleure place possible. Mais pour tous les autres cas : si on a 50 postes pour 500 candidats, va-t-on prendre les 50 premiers arrivés ou faire une sélection ?

M. AZZI : En règle générale, les moyens pécuniaires de la Direction ou du Comité de Gestion ne permettent pas de payer le médecin pour faire cette sélection. Nous prenons par exemple les 100 premiers arrivés et les 50 meilleurs sont embauchés quant il s'agit de manoeuvres. Pour le cas des gens très spécialisés, comme les sapeurs pompiers, on fait des tests pour tous, même s'il y a 1 500 candidatures et 10 postes, car il faut vraiment avoir les meilleurs.

M. BRIKI : Il est difficile de répondre à la question ainsi posée. En effet, selon la législation en vigueur en Algérie, aucune entreprise n'a le droit d'embaucher directement. Ce sont les Services de main d'oeuvre qui adressent le candidat à l'entreprise selon ses demandes. Ce sont les bureaux de main d'oeuvre qui font faire les tests pour les emplois qualifiés. Il y a aussi un pourcentage de diminués physiques obligatoire dans les entreprises.

Maintenant que la Sécurité Sociale va prendre en charge les accidents du travail, il faut également penser à leur réadaptation (dans l'horlogerie, la radio, la Télévision, les travaux légers).

M. CHERFAOUI parle de la Sélection psychotechnique en Algérie.

C'est une instrumentation empruntée aux français mais qui ne semble pas adaptée aux algériens; leurs réactions psychiques sont différentes. Une recherche est nécessaire pour élaborer des tests propres à l'Algérie. Les tests du tourneur paraît-il bien réussis par les Touaregs, alors que ceux-ci ne sont pourtant pas adaptés à la civilisation industrielle. Cet exemple montre qu'il faut trouver d'autres tests... En Afrique noire, on utilise des tests avec des couleurs avec un bon résultat.

M. BRIDIER : Si l'on veut synthétiser le débat, je crois qu'il faudrait remonter un peu plus haut et dire qu'en ce qui concerne les ambiances, la méthode à suivre doit être la même que pour tous les autres risques professionnels.

C'est à dire qu'il faut d'abord analyser le risque et pour cela recueillir des informations, au moyen des déclarations, des enquêtes, de mesures sur les lieux du travail. Pour mesurer, il faut évidemment des techniciens et du matériel : appareils de prélèvement, laboratoires, sonomètres pour le bruit, etc... Il s'agit ensuite de trouver un remède et de faire une installation technique. Certes, je suis d'accord avec le Dr HAKIMI, la protection individuelle ne peut venir qu'en dernier lieu, en bout de chaîne, mais c'est un ensemble de problèmes qui se posent et il y a une technique particulière pour chacune des branches de risques : chaleur, bruit, poussières...

Pour ce qui est de la chaleur, je signale qu'un laboratoire dirigé par le Professeur METZ à Strasbourg, s'est livré à des études très poussées et a envoyé un spécialiste ici même en Algérie, au Sahara. Il est dommage que ce travail ne serve pas.

Dr WISNER : C'est précisément ce type de recherches que je souhaiterais voir reprises. Cela me paraît très important non seulement pour l'Algérie mais pour tous les pays qui doivent faire du travail en zone aride.

Je pense que les organismes internationaux devraient s'intéresser à ces recherches et envoyer en Algérie des équipes spécialisées dans les problèmes de chaleur. Ce serait d'un intérêt considérable au point de vue hygiène et aussi au point de vue de l'économie.

M. AZZI intervient pour faire une remarque à propos de la discipline du colloque. Il regrette qu'on mélange les questions à l'ordre du jour et qu'on n'épuise pas celui-ci méthodiquement, paragraphe après paragraphe. Cette absence de méthode rend la discussion plus difficile à suivre, surtout pour les non spécialistes.

En ce qui concerne l'ambiance du travail, la législation existante contient déjà une série de prohibitions ou d'obligations touchant par exemple l'évacuation de la sciure de bois d'une scierie, la poussière de sucre d'une sucrerie, etc... Il faudrait que les patrons, les comités de gestion, les syndicats étudient ces problèmes et que des personnes qualifiées fassent parvenir des rapports afin de permettre l'élaboration d'une législation adaptée aux besoins de l'Algérie.

Dr WISNER : A ce propos, je voudrais tout de même insister sur un point. La législation ne peut pas tout faire. La législation française qui est pourtant déjà assez lourde ne prévoit rien contre la chaleur et les bruits, tout simplement parce que c'est un domaine très difficile à régler. En ce qui concerne les bruits, j'ai essayé d'étudier des propositions à faire, mais je ne suis pas arrivé à une solution...

Je crois que ce colloque ne peut pas s'orienter uniquement vers des questions de réglementation. Il ne faudrait pas que des problèmes susceptibles de réglementation nous fascinent, alors que d'autres, beaucoup plus importants, comme la chaleur par exemple, nous échappent parce qu'ils sont difficiles à régler...

M. BOUZAR : Si vous voulez bien, nous allons passer au chapitre suivant :

SELECTION - ORIENTATION ET RECLASSEMENT

Dr WISNER rappelle qu'en Algérie il y a beaucoup moins de postes que de travailleurs et qu'on risque de prélever les meilleurs travailleurs physiques, de faire une sélection médicale et une sélection psychotechnique. Il pose la question à ses collègues syndicalistes : Est-ce que l'Etat algérien accepte de dire à un travailleur : "tu n'es pas assez bien pour occuper ce poste" ? Il y aurait alors une option fondamentale au bénéfice de la collectivité. Ou bien l'option doit-elle être faite au bénéfice du premier homme qui se présente ?

(Demandé d'urgence, M. Bouzar cède momentanément la présidence au Dr ABED)

M. TIFFOUS : Nous avons résolu le problème des Anciens Moudjahidine blessés, malades, qui nous avons donné des postes légers où la sélection ne jouait pas.

Dr WISNER : C'est un problème différent; un problème d'orientation et non de sélection. Le problème était de mettre les Moudjahidine à la meilleure place possible. Mais pour tous les autres cas : si on a 50 postes pour 500 candidats, va-t-on prendre les 50 premiers arrivés ou faire une sélection ?

M. AZZI : En règle générale, les moyens pécuniaires de la Direction ou du Comité de Gestion ne permettent pas de payer le médecin pour faire cette sélection. Nous prenons par exemple les 100 premiers arrivés et les 50 meilleurs sont embauchés quant il s'agit de manoeuvres. Pour le cas des gens très spécialisés, comme les sapeurs pompiers, on fait des tests pour tous, même s'il y a 1 500 candidatures et 10 postes, car il faut vraiment avoir les meilleurs.

M. BRIKI : Il est difficile de répondre à la question ainsi posée. En effet, selon la législation en vigueur en Algérie, aucune entreprise n'a le droit d'embaucher directement. Ce sont les Services de main d'oeuvre qui adressent le candidat à l'entreprise selon ses demandes. Ce sont les bureaux de main d'oeuvre qui font faire les tests pour les emplois qualifiés. Il y a aussi un pourcentage de diminués physiques obligatoire dans les entreprises.

Maintenant que la Sécurité Sociale va prendre en charge les accidentés du travail, il faut également penser à leur réadaptation (dans l'horlogerie, la radio, la Télévision, les travaux légers).

M. CHERFAOUI parle de la Sélection psychotechnique en Algérie.

C'est une instrumentation empruntée aux français mais qui ne semble pas adaptée aux algériens; leurs réactions psychiques sont différentes. Une recherche est nécessaire pour élaborer des tests propres à l'Algérie. Les tests du tourneur seraient paraît-il bien réussis par les Touaregs, alors que ceux-ci ne sont pourtant pas adaptés à la civilisation industrielle. Cet exemple montre qu'il faut trouver d'autres tests... En Afrique noire, on utilise des tests avec des couleurs avec un bon résultat.

Dr MONTILLIER : Lorsque les pétroliers ont embauché de la main d'oeuvre saharienne, les médecins ont fait une enquête sur une tribu des environs de Ouargla et établi une batterie de tests sélectionnés et mis en oeuvre pour ces populations. Ces tests ont été utilisés pour le recrutement d'ouvriers dans la région d'Hassi-Messaoud.

M. OUCHATI : Pour rester toujours dans le choix des hommes, le bureau de main d'oeuvre envoie des candidats; il appartient au Directeur ou au Comité de Gestion de les placer au poste adéquat. Il y a des postes poussérioux, des postes bruyants, etc...

Dr ABED : c'est ce qu'on appelle l'étude de poste. Le Dr WISNER pourrait peut-être nous en parler...

Dr WISNER : Je répondrai d'abord sur le dernier point: Aucune orientation professionnelle n'est acceptable si le poste est mauvais; on ne peut orienter personne vers un poste trop bruyant ou trop poussérioux. Les limitations à l'orientation sont les nuisances.

Au point de vue sélection psychotechnique, la preuve est faite que l'on ne peut utiliser sur une population, les batteries établies pour une autre population. On ne peut passer des Parisiens aux Touaregs. Ceci est dû à une chose importante: Il y a pour tout homme, au départ, un certain nombre de dons. Mais ces dons sont relativement peu de chose par rapport à ce qu'il va recevoir à partir de sa naissance. Quand on examine un homme à un moment donné, on examine l'ensemble de ce qu'il avait à sa naissance et de ce qu'il a eu après; mais l'examen de cette combinaison ne donne pas toujours des indications extrêmement rigoureuses. Evaluer un homme à un moment donné et lui faire porter ce jugement définitivement c'est absolument inadmissible. Il faut chercher en lui ses possibilités de développement. Dans un pays qui a besoin de sélectionner parmi un grand nombre de gens ceux qui seront le plus à même de participer efficacement au développement du pays, cet aspect dynamique de la sélection est très important.

A l'entrée d'un Centre F.P.A. on a parfois le choix entre un garçon peu doué mais qui a vécu dans un milieu favorable et un autre garçon plus doué mais qui n'a pas profité du même milieu; le premier risque de faire un meilleur test que le second. Or, c'est le second qu'il est juste et souhaitable de prendre. Il ne faut donc pas opérer une sélection statique, il ne faut pas examiner ce qu'est l'individu, mais ce qu'il peut devenir. En France, il y a de vifs débats à ce sujet, les syndicats se sont prononcés contre toute sélection purement statique. Effectivement c'est inadmissible.

M. CHERFAOUI : Dans quelle mesure peut-on se permettre, avec des tests mal adaptés, d'éliminer un travailleur ou de l'orienter vers tel ou tel travail ?

Dr MONTILLIER : Tout dépend du genre de sélection. Il y a des cas où les tests habituels servent et peuvent être utilisés en Algérie. Le Dr MONTILLIER cite l'exemple de la sélection des chauffeurs par la Régie Syndicale des Transports Algériens.

M. NEZZAR : Certaines personnes ont dit que les tests en Algérie n'étaient pas valables. Je crois que ce n'est pas vrai. Si on envisageait d'établir de nouveaux tests, ils devraient être subis par des milliers d'individus. On ne peut pas faire des tests spécifiquement algériens; faire subir des tests à un algérien est valable dans la mesure où l'intéressé se présente à tel ou tel poste (chauffeur, maçon ...) il existe même des batteries pour illettrés. Le tout est de choisir parmi les tests existants ceux qui sont adaptés au candidat. Le problème de révision des tests ne peut être envisagé que dans un délai très lointain.

Dr ABED demande à M. NEZZAR qui dirige un Centre de F.P.A., si les résultats finaux sont venus confirmer les données psychotechniques ?

M. NEZZAR : Oui à 60 %

Dr ABED : En somme, il vaut mieux utiliser ce qu'on a que de ne rien utiliser du tout, mais il faut tout de même faire des recherches pour trouver des tests spécifiquement algériens.

Dr MONTILLIER Dans le cas de la R.S.T.A., une première sélection avait été faite sur le plan physique par la visite médicale d'embauche; ensuite, on a embauché les meilleurs grâce aux tests.

M. CHERFAOUI : En sélectionnant, c'est l'homme qu'on adapte à la machine...

M. TANTY : Oui, le terme seul "sélection" fait peur. Le test intervient à un moment donné, et l'orientation est donnée en fonction de besoins économiques impératifs à un moment donné. Mais nous ne pouvons pas risquer de nous priver dans le futur d'ouvriers qui auraient pu devenir des ouvriers qualifiés, des cadres dont on aura grand besoin dans quelques années. Je rejoins ce qu'a dit à ce propos le Dr WISNER en parlant de la sélection statique.

Dr HAKIMI : Quand on parle de sélection et de tests, il faut, je crois, distinguer la sélection au niveau des centres de formation professionnelle et celle qui s'adresse à des adultes.

Je ne discute pas du principe, de la nature des tests psychotechniques, bien que ma préférence aille à la recherche de tests adaptés aux algériens, mais si ce test psychotechnique a sa signification au niveau du centre d'apprentissage, c'est à dire de l'orientation des jeunes vers un métier déterminé, il en va autrement s'il s'agit d'hommes qui ont déjà été engagés sur le marché de l'emploi, qui ont déjà un passé professionnel, qui ont été menuisiers, maçons, etc... Pour ceux-là, l'emploi des tests psychotechniques risquerait d'être un leurre ou une injustice d'autant plus que, M. NEZZAR l'a dit tout à l'heure, les faits ne vérifient le jugement sur tests que dans 60 % des cas - autant dire une fois sur deux ! Au niveau de l'adulte, il faut donc accorder la priorité à l'examen médical, s'assurer essentiellement que l'homme n'est pas taré, ni tuberculeux, ni névrosé, etc...

Mlle BEUDIN, chef du Secrétariat du Colloque demande à intervenir :

Je parle en tant que professeur de sténo-dactylographe: Les tests actuels, par exemple de la F.P.A., ne nous aident pas beaucoup. L'idéal serait qu'une batterie de tests détermine exactement chez un individu le fonds biologique à la naissance et l'apport du milieu. Ceci permettrait au professeur d'élaborer un enseignement efficace pour faire acquérir rapidement par l'élève ce que le milieu n'a pu lui donner.

M. BARIOL : Lorsque nous avons établi l'ordre du jour du Colloque, nous avons pensé, peut-être à tort, qu'il fallait rechercher en quoi la sélection, l'orientation et le reclassement intervenaient dans la sécurité du travailleur. Or, le Docteur WISNER a posé au départ un problème moral : peut-on, doit-on ou ne doit-on pas sélectionner les travailleurs dans un pays où les emplois sont très inférieurs au nombre de travailleurs potentiels. Ce problème moral n'est à mon avis pas tout à fait dans l'esprit du colloque mais, si on le pose, ce qui est le droit de tous les participants, alors je crois qu'il faut y ajouter beaucoup d'autres choses; les camarades de l'U.G.T.A. ont sans doute beaucoup à dire là-dessus, mais je pense que ce choix ne saurait être purement technique, qu'il faut tenir compte par exemple des charges de famille, et d'autres éléments qui débordent largement le cadre de ce Colloque mais qui interviennent dans le choix... C'est un problème différent du choix du travailleur au point de vue de la sécurité.

Dr WISNER : Je voudrais répondre à l'intervention de Mlle BEUDIN. Vous demandez la pierre philosophale... Il n'y a aucun espoir de trouver le fonds biologique d'un individu. Ce que nous avons acquis au cours de l'existence est devenu nous-mêmes et la dissociation de l'inné et de l'acquis est impossible. La seule possibilité d'approche de ce problème capital, c'est d'opérer des tests successifs au cours de la vie professionnelle et on voit bien alors quels sont les travailleurs qui ont progressé...

Puisqu'on en est au chapitre des tests, je voudrais dire qu'il ne faut pas des années pour établir des tests adaptés aux algériens. En effet, quand on a une batterie de tests, le seul problème qui se pose est celui de leur "étalonnage" par rapport à une population donnée, c'est à dire qu'on prend par exemple 500 personnes, on les examine au moyen de ces tests, on les met au travail et puis on fait des calculs qui permettent d'établir un rapport entre les résultats obtenus au travail ou à la formation et les tests que les gens ont passé. Selon les résultats obtenus, on supprime certains tests, on en essaie d'autres, on procède par tâtonnements successifs et au bout de deux ou trois ans, on possède une batterie de tests appropriée.

En ce qui concerne les populations, comme l'a dit TANTY, il ne faut peut-être pas distinguer la population d'un pays par rapport à celle d'un autre mais opérer des distinctions en fonction de la nature de la population et de son genre de vie. Par exemple, il ne faut pas distinguer population française et population algérienne, car telle population du Massif Central pourra présenter des traits communs avec telle population d'une région d'Algérie; le jeune algérois est très différent du jeune du Bled ou du Sahararien et est peut-être plus proche du jeune parisien...

Enfin, un dernier point à considérer, capital du point de vue du choix et sur lequel les tests ne nous renseignent pas, ce sont les motivations de l'individu. Veut-il ou non faire quelque chose ? Un seul exemple concret, parcequ'il est frappant : celui des conducteurs borgnes. Périodiquement, on parle d'empêcher les borgnes de conduire pour limiter les accidents; un jour on a fait une enquête et on s'est aperçu qu'ils provoquaient moins d'accidents

que les autres. La raison en est simplement qu'ils font plus attention, se sachant diminués. Ce gerre de considérations suggère évidemment les limites d'une sélection médicale ou psychotechnique...

Dr ABED passons au chapitre suivant :

INTERVENTION SUR LA MACHINE

M. BRIDIER : Le problème de l'homologation des machines est un problème très compliqué. Pour pouvoir homologuer une machine, il faut procéder à des essais; or, en France par exemple, on ne dispose que de fort peu de bancs d'essai.

Pour l'Algérie, il existe une solution relativement simple : ne pas importer de machines qui ne soient déjà homologuées dans leur pays d'origine. Il est en outre à souhaiter que soient évités certains incidents comme celui-ci : en Allemagne, il existe une réglementation pour les machines à traiter le cuir, mais ces machines sont exportées en France sans dispositif protecteur, dans un souci de concurrence, et cela est possible parce qu'en France il n'existe pas de réglementation concernant ce type de machines. Il suffirait d'adopter une règle très simple : ne pas importer sans protecteur une machine homologuée avec protecteur de son pays d'origine.

D'autre part, et bien qu'il ne s'agisse pas du même problème, je signale, dans un ordre d'idées voisin, les grosses difficultés éprouvées en France pour connaître la composition des produits industriels, car il n'existe pas dans ce domaine une règle analogue à celle qui impose de publier la composition des produits pharmaceutiques. Il semble que, dans un pays qui démarre, il serait peut-être possible de décider qu'on n'importe que les produits industriels dont on connaît la composition exacte. Ce serait, en somme, pour les produits, une règle parallèle à celle que je suggérerais pour les machines.

M. CORNE : Je suis d'accord avec M.BRIDIER en ce qui concerne le difficile problème de l'homologation. Il faut être sévère en ce qui concerne l'homologation d'une machine, car si le protecteur n'est pas bien adapté au travail, ne permet pas à l'ouvrier de travailler normalement, l'ouvrier le lèvera et à ce moment-là, le protecteur sera inutile.

Je souligne que l'étude d'un protecteur efficace est généralement très longue. Nous avons fait une expérience avec des machines à bois et c'est seulement après une longue réflexion que nous sommes arrivés à des modèles protecteurs satisfaisants; nous avons alors utilisé des camions de démonstration pour en propager l'utilisation.

(M.BOUZAR reprend la présidence)

M.BOUZAR : En Algérie, le problème ardu qui se pose à nous est celui de la normalisation des dispositifs protecteurs. Nous avons en effet des machines d'origine très diverse, dont certaines ne correspondent pas à des normes élémentaires de sécurité.

M. CHERFAOUI : Le but à atteindre est souvent de faire produire beaucoup à la machine, de façon à ce qu'elle soit amortie rapidement. Le système de protection est compliqué et le travailleur ne s'en sert pas parce qu'il doit produire beaucoup. Pour nous, algériens, qui sommes à la recherche

d'une normalisation des dispositifs protecteurs, nous devons étudier des protecteurs simples qui puissent être adoptés réellement par les ouvriers/

M.GIRARD : Pour qu'une législation sur l'homologation des machines soit efficace et en vue d'une amélioration des système de protection, il faut, à la base, des déclarations d'accident bien faites et bien exploitées par un service centralisé pour permettre une analyse approfondie des causes d'accidents.

M.BOUZAR : Comme l'a dit CHERFAOUI, c'est effectivement au travailleur d'être à la base de la recherche dans ce domaine, mais une équipe d'intervention à la disposition des travailleurs pour signaler des cas précis, ne serait-elle pas une des solutions d'approche que nous recherchons ?

Dr HAKIMI ; En Algérie, pays neuf, se pose le problème de l'équipement. Notre pays est assailli de propositions d'équipement; malheureusement dans certains secteurs les machines offertes sont des machines démodées et défectueuses, tant sur le plan du rendement que sur celui de la sécurité. L'Algérie doit au contraire s'équiper avec le bénéfice de l'expérience des autres pays et ne pas devenir un dépotoir de surplus achetés à prix modique certes, mais qui seraient finalement des cadeaux empoisonnés.

D'autre part, sur le terrain, au niveau de l'entreprise et quels que soient les dispositifs de protection adoptés, les risques d'accidents subsistent toujours. C'est évidemment à l'ouvrier à être vigilant et à signaler les risques d'accidents, mais il ne doit pas être laissé seul devant sa machine; le technicien qui étudie la machine et le médecin du travail qui étudie l'homme au travail doivent collaborer avec l'ouvrier pour réaliser une synthèse.

M.LELARGE : Je travaille depuis longtemps aux Usines Renault. Il y a aussi de vieilles machines parmi les machines ultra-modernes. Le meilleur moyen d'avoir une action rapide au point de vue hygiène et sécurité, est la visite systématique des ateliers par les membres du Comité d'Hygiène et de Sécurité, le médecin du Travail, le chef d'atelier qui visitent machine par machine pour s'assurer qu'elles sont bien adaptées à la pièce qu'elles ont à produire. En effet, un protecteur est adapté à une pièce et ne l'est plus pour une autre. Si le Comité d'Hygiène et de Sécurité a des difficultés, il les présente au bureau d'études de l'entreprise ou à l'ingénieur de Sécurité de la Caisse Régionale de Sécurité Sociale.

M.BRIKI : Je crois qu'il y a trois problèmes. Il y a d'abord l'homologation des machines - il faut en effet imposer une réglementation concernant l'importation des machines -. Ensuite, en Algérie de petites entreprises se créent par-ci par-là. Avant l'ouverture de ces entreprises, il faut exiger une autorisation donnée par le Ministère du Travail, après enquête de la Commission Centrale d'Hygiène et de Sécurité. Une fois que l'entreprise fonctionne, on ne peut plus la fermer et mettre les ouvriers à la rue...

J'espère que la journée de l'U.G.T.A. aura donné des résultats et que de nombreux cas seront signalés dans les entreprises. Les inspecteurs auront à exiger l'application de la réglementation.

Enfin, jusqu'à présent, les accidents du travail dépendent d'Assurances privées et cela fonctionne très mal. L'assureur reçoit une déclaration qui suit une filière administrative pour le remboursement mais ne donne pas lieu à une recherche sur les causes. La Sécurité Sociale va s'en occuper. Il lui sera facile de faire ce travail de recherche et d'analyser les causes de l'accident afin d'assurer une protection aux machines.

M. ABIB : Une fois qu'on a sensibilisé les travailleurs sur le problème de la protection, on peut faire confiance à leur esprit d'initiative : l'utilisateur connaît bien sa machine et ses dangers et peut faire des suggestions de protection, même s'il est illettré.

M. MORANA : Dans le même sens, je pense qu'il est important d'encourager les petits aménagements facilitant parfois bien le travail et ce pourrait être une des tâches de l'organisme centralisateur de faire connaître et diffuser largement les initiatives intéressantes des travailleurs.

M. BOUZAR : Oui, sous cette réserve que l'aménagement de poste laissé à l'initiative de l'ouvrier sans contrôle suffisant risque aussi parfois d'aboutir à une catastrophe...

M. MORANA : Bien sûr, mais si on généralise seulement les initiatives valables on réalise des économies de fatigue pour les travailleurs et l'économie de fatigue est un facteur important de prévention des accidents.

M. BOUZAR : Pour essayer de conclure, je reprends les suggestions de BRIKI qui vont d'ailleurs dans le sens des vues du Ministère du Travail. Je crois en effet que, dans un premier temps, il est nécessaire de créer d'urgence une commission d'homologation habilitée à autoriser le fonctionnement des machines entrant en Algérie.

Quant au contrôle de l'ouverture des entreprises, il est nécessaire non seulement du point de vue des machines, mais aussi pour l'ensemble du contrôle de l'application de la législation du travail. Depuis quelque temps, en outre, on constate que l'Inspection du Travail n'est plus consultée en ce qui concerne les établissements classés dangereux ou insalubres. L'autorisation de tous les services compétents doit être à nouveau exigée, si l'on ne veut pas que l'équipement du pays se fasse de façon désordonnée, et au détriment de la santé des travailleurs, donc finalement de la production.

Enfin, en ce qui concerne la réparation des accidents du travail puisque le projet de loi à ce sujet n'a pas encore été noté, peut-être les réflexions du colloque sur ce point pourraient-elles être utiles...

Dr WISNER : A propos des accidents du travail, je me pose une question. Pourquoi est-ce qu'une république de travailleurs fait de la réparation spécifique des accidents du travail et des maladies professionnelles? Si un homme s'est blessé chez lui ou à l'usine, c'est la même chose. En France il y a une réglementation distincte des accidents du travail, parce que nous sommes partis du fait que le patron avait une responsabi-

lité personnelle en raison des conditions de travail qu'il faisait régner dans son usine. A la limite, si un homme donne à un autre des conditions de travail dangereuses et que ce dernier se tue, le premier n'est-il pas un assassin par négligence? Il y a des lois qui vont dans ce sens...

Est-ce la même chose dans un Etat socialiste? Peut-être est-ce que je développe un point de vue trop théorique et faut-il maintenir la distinction... Mais on arrive en France à des situations absurdes. On a assimilé les accidents de trajet aux accidents de travail, ce qui, sur le plan pratique, peut être assez satisfaisant. Seulement, pourquoi est-ce qu'un homme qui traverse la rue et est blessé en revenant de son usine va recevoir une série d'avantages alors que si, sortant de chez lui, il est blessé une demi-heure après au même endroit il ne recevra pas ces avantages?

C'est lié à un passé historique français qui ne s'impose pas forcément en Algérie actuellement...

M. BOUZAR : C'est surtout une question à poser pour l'avenir. Dans l'im-médiat, nous sommes obligés de rarer au plus pressé, en attendant une organisation idéale qui n'existe n'ailleurs, je crois, encore nulle part.

M. CHERFAOUI : En France, le responsable, c'est l'employeur. En Algérie la responsabilité doit être endossée par tous les travailleurs. Des recherches et des études doivent être faites concernant la protection. Et la mise en place de dispositifs protecteurs doit être la préoccupation numéro un des utilisateurs des machines.

M. BOUZAR : En ce qui concerne la composition de la petite équipe d'intervention dont il a été parlé tout à l'heure, quelqu'un a-t-il des idées?... que penseriez-vous d'une équipe composée de l'Inspecteur du Travail, de l'Ingénieur ou du technicien chargé de la sécurité et du médecin du Travail?

Il faudrait adopter une formule très décentralisée et très souple, mais aussi établir entre la base et le sommet (c'est à dire les responsables de la législation) une navette très rapide qui raccourcirait les délais de transmission.

M. BRIKI : A la base, il faudrait d'abord une bonne législation donnant des responsabilités effectives au Comité d'Hygiène et de Sécurité. En Algérie, nous avons deux secteurs, le privé et l'autogéré. Dans le secteur autogéré, qui est responsable? est-ce le conseil des travailleurs ou bien des responsables élus en dehors de ce conseil? Dans le secteur privé, la législation n'est pas claire et son application donne lieu à des affrontements entre la Direction et le Comité d'Hygiène et de Sécurité.

Ensuite, je crois qu'au niveau au-dessus il faut penser à des commissions régionales, composées en fonction de la catégorie d'entreprises (métallurgie, bâtiment, etc...) et où pourraient venir trois ou quatre personnes : un représentant syndical, un médecin, un ingénieur, mais ce dernier ne doit pas appartenir à l'entreprise où l'on enquête, car un ingénieur d'une entreprise a toujours tendance à penser que tout va bien chez lui. Il faudrait penser aussi à un comité permanent connaissant les problèmes qui puisse se rendre sur place et veiller à l'application de la législation.

M. BOUZAR : Le problème des Comités d'Hygiène et de Sécurité sera examiné demain matin. Je propose que nous abordions maintenant

L'ORGANISATION DU TRAVAIL AVEC L'ADAPTATION DE LA PRODUCTION A L'HOMME  
qui figure au premier paragraphe de ce chapitre.

Dr WISNER : On peut aborder ce problème sous différents aspects, mais puisque nous parlons accident, abordons-le sous l'aspect des accidents.

Des recherches récentes subventionnées par la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier ont montré que l'accident est un signe de disfonctionnement, de mauvais fonctionnement. Même s'il s'agit d'un incident qui n'a finalement blessé personne, il faut étudier l'affaire, déterminer les causes. On s'aperçoit alors, (outre les éléments que nous avons déjà rencontrés) d'un certain nombre de choses. Il y a la fatigue des travailleurs qui est un élément très important. Il y a aussi ce qu'on appelle dans notre jargon la "désinformation" des travailleurs. Ceux-ci sont bien informés d'une façon générale du risque d'accident mais ils ne sont souvent pas avertis d'une façon précise des signes précurseurs de l'accident. Enfin, on s'aperçoit aussi que les responsables du travail ont une confiance excessive en la façon dont le travail devrait être fait et qui n'est généralement justement pas la façon dont le travail se fait effectivement. Quand on visite une usine et que l'ingénieur ou le contremaître vous décrit le travail d'un poste et qu'on observe ensuite le travailleur, on s'aperçoit qu'en fait celui-ci travaille autrement.

A partir de cette analyse des accidents, on peut faire des aménagements utiles. Sur le plan psychologique, il serait sans doute très efficace (bien qu'on ne puisse généralement pas le faire en France pour des raisons qui sont finalement d'ordre politique) d'exposer à l'ensemble des travailleurs les causes de chaque accident. Il est beaucoup plus efficace de faire de l'éducation à partir d'un accident qui vient de se produire que de faire de l'information "en l'air".

M. BOUZAR : Pas d'autre intervention sur ces questions ?....

Nous avons inscrit, à titre complémentaire, l'uniformisation des systèmes de contrôle.

Les inconvénients de <sup>la</sup> juxtaposition de corps de contrôle différents selon les secteurs d'activité (mines, transports, agriculture...) sont aggravés en Algérie par l'insuffisance du nombre des Inspecteurs du Travail et le manque de formation des travailleurs.

Un problème grave se pose, en particulier dans les mines où les personnes officiellement chargées de l'Hygiène et de la Sécurité ne s'occupent pas de cette question. Ainsi les Inspecteurs du Travail sont-ils désarmés, tandis qu'il existe (rappelez-vous le lait) une protection illusoire. Et pendant ce temps, des hommes meurent, des silicotiques naissent...

Cette uniformisation des corps de contrôle est envisagée en France. Elle nous paraît particulièrement importante en Algérie. Il faudrait que tous ceux qui ont des lumières sur ce sujet, participent au débat...

Ait-Amar, qui est Directeur Départemental à Annaba connaît des cas précis dans les mines, il est dommage qu'il ne soit pas là ce matin pour vous en parler.

M. CHERFAOUI : Puisqu'on parle de l'insuffisance numérique des Inspecteurs du Travail, ne pourrait-on pas, à titre provisoire ou même définitif, associer les travailleurs à ces tâches de contrôle en instituant dans chaque entreprise des délégués qui collaboreraient avec l'Inspecteur, notamment en lui signalant les insuffisances constatées ?

M. BOUZAR : Il s'agit là d'un aspect qui rentre plutôt dans le cadre de la discussion prévue demain matin sur les institutions d'Hygiène et de Sécurité...

Pour restituer le problème précis de l'uniformisation des corps de contrôle, je rappelle qu'il y a en Algérie plusieurs corps : les Inspecteurs du Travail, les contrôleurs des lois sociales en agriculture, les ingénieurs des mines, les ingénieurs des transports. S'agissant particulièrement des ingénieurs des mines, on peut dire qu'ils sont davantage préoccupés - et c'est dans une large mesure normal - de rendement que de sécurité, même s'ils ont reçu une formation de prévention. Certes, il convient d'associer davantage les travailleurs à l'organisation de la sécurité, mais former des gens uniquement dans le sens de la prévention est également nécessaire et a le double mérite de libérer les ingénieurs, qui sont peu nombreux et débordés, de ce souci et de rassurer les responsables du Ministère du Travail concernant la mise en oeuvre de la sécurité.

Dr HAKIMI : Il ne faudrait pas situer le problème uniquement au niveau de l'ingénieur et risquer d'en faire un bouc émissaire. L'employeur, patron privé ou Etat, possède la plus grande responsabilité. La sécurité ne peut être obtenue que par la collaboration de l'élément syndical et de l'élément médical avec l'élément technique que représente l'ingénieur. Il faut se mettre à la place du jeune ingénieur qui arrive dans une mine où il ne trouve pas de structures d'hygiène et de sécurité, où il ne reçoit pas de doléances des ouvriers, où les accidents n'ont pas de suite administrative ou judiciaire, etc... que peut-il faire, sinon avancer dans le domaine où la route est libre, celui du rendement ? Il faut qu'en compensation quelqu'un plaide pour l'aspect social (et cela quelle que soit la structure, privée, étatique ou autogérée) et ce rôle c'est à l'élément syndical et à l'élément médical de le jouer...

Dr WISNER : Je voudrais revenir sur un aspect économique, sur le coût économique important d'un mal travailler.

Il est traditionnel de bien noter un ingénieur, un directeur, un chef de fabrication qui sort une production élevée. Mais il faudrait tenir compte des phénomènes associés, c'est à dire savoir si cette production élevée n'a pas été obtenue au prix d'une usure excessive du matériel, faute d'entretien, du remplacement d'un grand nombre de machines cassées parce qu'elles ont été utilisées dans de mauvaises conditions, du rejet hors de l'entreprise d'un certain nombre de travailleurs blessés, diminués physiquement... Si on fait le bilan réel (et il a été fait dans certains cas) on s'aperçoit que travailler en négligeant les aspects de protection du travailleur c'est travailler de façon anti-économique.

L'idée selon laquelle la protection des travailleurs serait un luxe qu'on rajoute, un luxe étranger à la valeur de l'entreprise est non seulement choquante du point de vue moral mais contraire à la réalité économique.

M. BRIDIER : Précisons ce qu'il y a derrière l'uniformisation du système de contrôle :

1er aspect : le corps des représentants de l'Etat, chargé d'appliquer les lois (ingénieurs des mines, Inspecteurs du Travail). En France, la législation de protection s'est poursuivie pendant un siècle, en cherchant d'abord à protéger les secteurs les plus dangereux. Maintenant, nous devons envisager le problème sous son aspect global, mais nous héritons d'un passé complexe.

2ème aspect : Des systèmes différents pour la réparation des accidents du travail : - le régime général de la Sécurité Sociale qui couvre les travailleurs industriels

- Le régime des mines

- Le régime des fonctionnaires

- Le régime agricole

La réparation des différents risques ne se fait pas de la même manière : dans les deux premiers régimes, il existe un organisme spécialisé chargé de la réparation, (Caisse de Sécurité Sociale du régime général, sociétés de secours minières), dans le troisième, c'est l'Etat qui couvre le risque. En ce qui concerne l'agriculture on en est resté à ce que vous avez ici : les Compagnies d'Assurance.

En 1945, en ce qui concerne le régime général, on a pensé qu'il fallait associer réparation et prévention. En 1964, la "loi sur la prévention et la réparation des accidents du travail" portait en tête la prévention. Au sein de ce régime, on a créé un service de prévention confié aux Caisse Régionales de Sécurité Sociale et composé d'ingénieurs et de contrôleurs. Ce qui fait que nous avons également deux corps parallèles : d'un côté l'inspection du travail de l'Etat avec son pouvoir de coercition, de l'autre côté les ingénieurs et les contrôleurs qui n'ont pas de pouvoirs de poursuite mais qui ont pour premier objectif de conseiller les entreprises pour appliquer des systèmes de prévention pouvant aller au-delà de la réglementation.

Puisqu'on a associé réparation et prévention, on a donné à la Sécurité Sociale le pouvoir de déterminer le taux de la cotisation en fonction de l'organisation de la prévention dans l'entreprise : pour les entreprises qui ont un taux de cotisation collective, la caisse régionale peut majorer ou minorer le taux de cotisation en fonction des résultats obtenus sur le plan de la prévention.

A l'heure actuelle on peut voir arriver successivement sur le chantier l'Inspecteur du Travail ou l'Ingénieur de la Caisse Régionale. Pour éviter la confusion des deux corps parallèles, le Ministre du Travail français a établi un plan de coordination qui vient d'être affirmé et concrétisé par une circulaire dont l'idée est qu'il doit y avoir une coordination permanente depuis le sommet jusqu'à la base dans ces deux corps de façon à ce qu'il n'y ait pas double emploi, mais complément. L'évolution du recrutement des Inspecteurs du Travail en France est très significative. Il y a une trentaine d'années un bon nombre d'ingénieurs techniciens entraient dans l'Inspection du Travail. Maintenant on fait de plus en plus appel à des juristes licenciés en droit et beaucoup moins à des techniciens. Les ingénieurs de la Sécurité Sociale apportent la technicité. La jonction de ces deux corps permet d'avoir une vue d'ensemble de la prévention, à la fois sur le plan technique et sur le plan réglementaire et juridique.

M. BOUZAR : Les organisateurs de cette campagne pensent qu'en présence d'une multiplicité de corps, il y a fatalement passage non seulement pour la fraude, mais aussi pour les lacunes. Très souvent deux corps qui prétendent se compléter ne connaissent pas les limites de leurs fonctions. Dans un pays comme le nôtre, nous avons pensé qu'à travers l'application de la législation du travail, nous pouvions profiter de ces travaux pour uniformiser l'aspect financier, pris en charge par les corps de contrôle de Sécurité Sociale et l'aspect technique relevant de l'Inspection du Travail. Ces deux aspects doivent se compléter : vous n'avez pas, à la Sécurité Sociale, que des techniciens et nous n'avons pas, nous Inspecteurs du Travail que des juristes. Maintenant que nous allons avoir une loi confiant le risque accidents du Travail à la Sécurité Sociale, il s'agit d'éviter les tâtonnements qui vous ont gênés en France, pour gagner du temps et pour que l'objectif "prévention" puisse être rapidement atteint.

D'autre part, les corps sont structurés de différentes manières et il se fait que celui sur les épaules de qui repose le plus lourd fardeau est l'Inspection du Travail, insuffisant en nombre, alors que d'autres corps ont théoriquement et illusoirement la charge de cette protection. Nous inscrivons ce problème aux travaux du colloque et nous transmettons les conclusions aux Ministères intéressés qui, malheureusement, ne sont pas venus participer à ces travaux.

M. TANTY : Je m'excuse, mais je voudrais donner mon opinion sur ce point, parce que je crois que c'est important, cette question de l'unification du système de contrôle. Je crois que l'essentiel doit être la base, dont tout à l'heure M. ABIB parlait en disant "les travailleurs du bas". Je crois que c'est le point de départ. On pourrait beaucoup discuter sur la législation mais il vaut mieux citer deux exemples :

En France, en un an, on a eu deux catastrophes très importantes : Boulevard Lefèbre : 20 morts et Champignolles : 5 morts aussi, et des "gars esquinés". Eh bien, les deux défaillances, où sont-elles ? C'est justement la question qui viendra demain : dans les deux cas précis, on s'est opposé à la mise en place d'un Comité d'Hygiène et de Sécurité et même on a été plus loin, on a refusé l'élection de délégués du personnel dont la mission est de s'occuper également d'hygiène et de sécurité.

On peut bien, après ça, uniformiser tout ce que l'on veut, à l'origine, il y a la base. Si l'on prend Champignolle, par exemple, il y avait un ingénieur des mines. L'ingénieur des mines, sa tâche principale aurait pu être aussi de dire "on va faire fonctionner un Comité d'Hygiène et de Sécurité", et ça aurait pu éviter la catastrophe. Eh bien non, il n'a rien fait. Mais, les travailleurs, eux, étaient conscients du danger, depuis longtemps ils réclamaient le remblaiement des galeries anciennes, et toutes les mesures qu'il fallait en fonction de la législation. On leur a dit : "ça, ça ne vous regarde pas, l'ingénieur est déjà passé". Et l'ingénieur, lui, n'a rien dit, parcequ'il passait son temps avec le directeur de la cimenterie ; je m'excuse de dire les choses crûment, mais c'était comme ça. Alors, vous comprenez, on peut toujours unifier...

On a, à ce sujet, de grosses discussions à l'heure actuelle avec l'O.P.P.B.T.P. L'O.P.P.B.T.P. prend maintenant une orientation qui n'est pas encore idéale, mais qui progresse : la mise en place de Comités d'Hygiène et de Sécurité particuliers sur les gros chantiers des gros ensembles. Pourquoi ? Parce que là aussi, on peut renforcer le nombre de délégués

itinérants et tout ce qu'on veut, mais - sans vouloir sous-estimer ni les uns ni les autres - pas plus le délégué itinérant que l'Inspecteur du Travail que l'ingénieur des mines, chacun faisant correctement son travail, ne peut quoi que ce soit s'il n'y a pas cette ossature de base, le Comité d'Hygiène et de Sécurité, avec des pouvoirs réels. Je crois qu'il est illusoire de parler d'une certaine unification, parce que, tant qu'on n'aura pas des assises solides à la base, rien ne sera efficace. C'est mon opinion et je crois que la plupart doivent la partager à peu près, sinon tout à fait dans les mêmes formes.

M. BOUZAR : Je remercie le camarade TANTY. Il y a tout de même une incidence de dépense, je crois que le Dr WISNER l'avait abordée tout à l'heure de manière indirecte? La base, personne ne conteste ni sa présence ni son intervention, ni surtout je crois, sa pression parce que sans elle il est difficile d'obtenir quoi que ce soit. Mais il y a tout de même des problèmes financiers, des problèmes de dépense. Quand on parle d'une mine, par exemple, je sais que cela fait toujours mal au cœur aux gens qui ont fait le devis d'une installation d'ajouter la dépense d'aspiration de poussière, par exemple, quand la galerie va encore plus loin, mais à partir de ce moment-là, se pose le problème suivant : est-ce que la base peut, quelles sont ses possibilités pour contraindre la direction, quelle qu'elle soit, autogérée ou privée pour faire ces travaux? C'est là qu'est le véritable problème.

M. TANTY : Je m'excuse de reprendre encore la parole; pour le percement du tunnel du Mont-Blanc, il y a eu 900 accidents dont 90 avec incapacité permanente...

M. BOUZAR : Il faut que nous fassions des propositions ici, comment envisage-t-on de contraindre le ou les responsables d'une entreprise pour entreprendre des travaux non seulement parce que le problème est imminent - et je rejoins le Dr WISNER quand il dit : "on n'apprend pas aux jeunes à voir les signes qui annoncent la catastrophe" - comment va-t-on contraindre les gens qui ont à ordonner la dépense ? J'attends les suggestions...

M. ABIB : Je pense qu'il faut donner des pouvoirs très étendus au Comité qui sera institué à l'usine. Il faut qu'il y ait un travail de formation, et tout le monde doit avoir conscience du problème. Si en limite les possibilités du Comité d'Hygiène et de Sécurité, il se rend compte qu'il n'est pas indispensable, et il a tendance à limiter aussi son action. Mais au contraire, si on lui dit qu'en la matière ses pouvoirs sont très étendus, je pense qu'à partir de là....

M. BOUZAR : Autrement dit, inscrire une dépense d'office ?

Dr WISNER : Il m'arrive d'aller dans des centres de formation syndicale où on expose par de nombreux faits des problèmes de sécurité, ou de conditions de travail. Il arrive toujours au bout d'un certain temps, que l'on dise : "nous avons étudié l'affaire dans un endroit où il y a une

représentation syndicale correcte, la direction nous a dit : je suis d'accord avec vous, mais je ne peux pas. Alors à ce moment-là on dit : qu'est-ce qu'il faut faire ? Il faut s'adresser à l'Inspecteur du Travail et finalement en France ça n'avance à rien parce que l'Inspecteur du Travail est pourvu de pouvoirs extrêmement limités non par la loi, mais dans la réalité. Je dois dire que c'est vraiment un problème très, très grave que cette restriction des pouvoirs de l'Inspecteur du Travail en France. Alors moi, j'ai l'impression qu'il faut donner aux Comités d'Hygiène et de Sécurité des pouvoirs importants dans les entreprises; mais il y aura des conflits avec une direction, des conflits qui seront vraiment des conflits de pouvoir et je ne pense pas que la loi puisse les arbitrer à l'avance. Je ne pense pas qu'elle puisse donner le pouvoir définitif à l'un ou l'autre, parce que le Directeur peut dire que si le Comité d'Hygiène et de Sécurité a le droit d'engager une dépense importante sur son budget, il ne se sent plus responsable du budget de son entreprise. Alors à ce moment-là, il semble bien qu'il faille un corps d'arbitrage, d'Inspecteurs du Travail. Cela ne veut pas dire que ce corps d'Inspecteurs du Travail doive être démesurément agrandi, et je rejoins là Cherfaoui qui avait proposé d'établir une correspondance régulière entre les Comités d'Hygiène et de Sécurité et l'Inspecteur du Travail de façon à ce qu'il y ait une démultiplication du rôle de chaque Inspecteur du Travail. On ne lui soumettrait que les questions qui finalement sont l'objet d'un conflit qui nécessite son arbitrage et son autorité.

M. BOUZAR : La procédure de la mise en demeure de l'Inspecteur du Travail reste également très souvent lettre morte et je remercie le Dr WISNER de l'avoir rappelé. Lorsqu'il s'agit d'atteindre certains chiffres, et lorsque les incidences sont multiples sur les plans régionaux, locaux et autres, c'est le Ministre du Travail qui doit se saisir automatiquement de la question et à ce niveau il est parfois difficile de trouver une solution rapide.

Je passe la parole à M. BARIOL qui depuis tout à l'heure lève désespérément le doigt.

M. BARIOL : Ce n'est pas désespérément parce que je pense qu'on va finir par trouver des solutions à ces problèmes. Mais moi, je crois qu'on pose là, à travers une question qui paraît très technique, on pose là des problèmes qui dépassent un peu le cadre du colloque, et qui sont des problèmes politiques au sens réel du terme. Il y a des problèmes techniques, c'est la formation des agents de prévention dans les entreprises. C'est l'une des tâches de l'U.G.T.A. ou du Ministère du Travail, c'est à déterminer, mais une fois que ce problème de la formation d'agents de prévention dans les entreprises, capables de faire les analyses d'accidents du travail dont parlait le Dr WISNER tout à l'heure, une fois que des gens pris parmi les travailleurs sont capables de faire aux entreprises des remarques motivées, une fois que ce problème est réglé, on passe à un problème plus délicat. C'est le problème du conflit entre le syndicat et la Direction de l'entreprise, que le conflit se passe dans le secteur privé ou dans le secteur autogéré. S'il se passe dans le secteur privé, le conflit sera réglé je crois par le rapport des forces de la façon classique qu'on connaît dans les pays capitalistes, par exemple la France, où les conflits sont réglés par le rapport de forces - plus ou moins bien - mais ils sont réglés. Dans le secteur autogéré, il peut y avoir conflit. On connaît dans un certain nombre de pays qui ont adopté l'autogestion des conflits de ce



genre; je pense par exemple à la Yougoslavie où j'ai pu assister à des réunions de conseil de travailleurs où l'on voyait le Directeur Technique de l'entreprise être en conflit avec les gens de la base pour telle ou telle raison, pour la prime, pour le rendement, pour l'organisation du travail, parce que le Directeur technique pensait rendement et production et que les autres pensaient conditions de travail. Alors là, si j'ai bien écouté ce qui s'est dit au dernier congrès de l'U.G.T.A., lorsqu'il y a un conflit dans le secteur autogéré, on envisage des arbitrages, et lorsque le conflit devient rapidement aigu et étendu, il y a tout de même le Parti qui peut servir d'arbitre si'il faut aller jusque là. Je crois donc, pour ma part, que le problème essentiel en la matière, c'est un problème général, un problème politique, c'est à dire la place, la détermination de la place du rôle syndical dans chacun des secteurs de l'économie, entreprise nationalisée, autogérée, privée. C'est donc à nos camarades syndicalistes et aux responsables du Parti d'y réfléchir et de trouver les solutions, je crois d'ailleurs que c'est en bonne voie.

Mais une fois que le syndicat algérien aura trouvé sa place exacte dans l'entreprise, une fois qu'il sera rodé à son travail, le problème de l'Inspection du travail sera à demi résolu parce qu'un corps peu nombreux ou réduit d'Inspecteurs pourra faire son travail puisque le syndicat sur place fera une bonne partie du travail réel. Alors moi je suis d'accord avec le camarade TANTY, oui, le problème essentiel se pose à la base, dans les entreprises, et le problème qui est posé, c'est la place et l'action du syndicat dans les entreprises, problème que les camarades syndicalistes et du Parti sont en train de résoudre.

M. BOUZAR : Merci. J'ajouterai toutefois quelque chose à ce qui vient de dire M. BARIOL. Ce serait dangereux que de permettre d'escamoter des problèmes d'Hygiène et de Sécurité uniquement pour des raisons de rapport de force à l'intérieur d'un secteur qui est avant tout économique, le secteur autogéré. Ici nous nous sommes réunis pour discuter de problèmes techniques et non de problèmes politiques. Je l'ai dit tout à l'heure, notre orientation n'est plus en cause, elle a été déterminée, il n'est plus question d'en discuter, c'est, disons, notre plafond, ou encore le rayonnement qui constamment nous éclaire. Mais en ce qui concerne les problèmes concrets que nous avons à essayer de résoudre, je répète que ce serait dangereux d'ignorer l'autorité des syndicats sur les lieux de production pour aller vers un arbitrage, fût-il aussi important et aussi élevé que celui du parti. Je pense qu'à l'intérieur de l'entreprise, la solution de ces problèmes d'hygiène et de sécurité, quel que soit le secteur, privé ou autogéré, dépend d'abord de l'efficacité du contrôle; peu importe les institutions qui en seront chargées, cela peut ne pas être l'Inspection du travail, ce pourrait être une institution ouvrière dotée de pouvoirs, et de pouvoirs réels, et pourvue de militants formés. En effet, avant d'avoir des pouvoirs dans un domaine aussi technique que celui-ci, il faut être formé pour les assumer. Dans le secteur privé, je pense que cela ne doit plus faire l'objet de difficulté, parce que si nous avons encore des employeurs qui n'ont pas compris, eh bien, c'est là, alors, c'est là j'estime, que le rapport de force, que le pouvoir politique doit intervenir. En ce qui me concerne, je ne sais pas si c'est l'avis de tous les autres membres de cette assemblée; je répète en conclusion que vraiment, dans le secteur autogéré, il faut, puisque c'est le secteur qui se veut pilote, le secteur qui va se

développer, qui doit donner l'exemple dans notre pays, il faut que dès maintenant on envisage de régler ces problèmes d'hygiène et de sécurité - et sans les raccrocher à des questions de personnes, à des questions de contrainte ou de rapport de forces -.

M. AZZY : Tout à l'heure j'avais parlé des établissements classés, je reviens sur le même thème parce que nous parlons d'entreprises, mais il faut distinguer les entreprises. Il y a les entreprises dangereuses, il y a les grandes entreprises qui sont surveillées quand-même par des commissions de sécurité, départementales, des commissions auxiliaires, des commissions urbaines et même une commission nationale qui n'est pas encore créée malheureusement mais doit l'être. L'Inspection du Travail, dans plusieurs départements d'Algérie, pour l'instant s'occupe du travail en propre ou de l'Inspection des travailleurs en propre. Or, la Sécurité, elle, est en principe prise en charge par cet organisme qu'on appelle la Commission Départementale ou la Commission Municipale de Sécurité, qui englobe en son sein (si cela n'est pas encore fait en Algérie, cela existe en certains endroits où cela fonctionne): le Directeur Départemental du Travail et de la Main d'Oeuvre, le Directeur de la Santé, l'Ingénieur en chef de l'E.G.A., un responsable de l'U.G.T.A., un responsable du Parti et l'Inspecteur Départemental de lutte contre l'incendie - c'est d'ailleurs ce dernier qui préside cette Commission.

M. BOUZAR : Vous voulez sans doute parler de la Commission de Sécurité dans les Etablissements recevant du public ?

M. AZZI : C'est la même chose, il y a la loi de 1917 qui englobe tous les établissements dangereux et le décret de 1954 qui vise spécialement les établissements recevant du public : le personnel qui travaille dans un grand bazar a droit à autant de sécurité que le spectateur... ou que l'ouvrier qui travaille dans une usine dangereuse.

M. BOUZAR : ou que les habitants du voisinage de cette usine.

M. AZZI : oui, ou que le voisinage... Et il y a aussi un chapitre très important concernant la protection des travailleurs, et je crois que ces Commissions-là, si elles ne sont pas créées maintenant partout en Algérie sous l'égide du Service National de la Protection civile, peuvent être instituées sous l'égide du Ministère du Travail.

M. CHERFAOUI : M. le Président, je voudrais simplement que vous interveniez par votre autorité pour rétablir la vérité en ce qui concerne les activités des Inspecteurs du Travail. Nous nous occupons également des conditions d'hygiène et de sécurité et nous le consignons dans nos rapports.

M. BOUZAR : Je pense que l'intervention du Frère AZZY n'est pas dirigée contre un corps quelconque de contrôle. Il déplore comme tout le monde - et moi-même j'ai eu à le déplorer - l'absence des travaux de ces Commissions de Sécurité qui actuellement ne sont même pas en veilleuse mais sont totalement arrêtées. Alors il faut en prendre note.

Dr WISNER : J'avoue que l'intervention de mon ami BARIOL m'est restée un tout petit peu en travers ! Ce que je voulais dire toutefois c'est que je ne sais pas de qui viendra le pouvoir de l'arbitre, s'il viendra du gouvernement, du parti, des syndicats, ça effectivement c'est une question politique; mais ce qui n'est pas une question politique c'est qu'il y a et qu'il y aura des conflits dans une entreprise donnée entre la direction qu'elle soit autogérée ou pas, et les syndicats. Il faudra bien qu'on fasse appel à quelqu'un pour s'en occuper, et que cette personne soit compétente au point de vue législatif et pour l'analyse du problème; il peut alors arriver qu'elle apporte soit une décision, soit une suggestion technique qui arrange le conflit. Et il faut dire que ce conflit peut arriver dans des domaines extrêmement graves, extrêmement poignants. C'est qu'il y a des postes de travail qui effectivement blessent les gens régulièrement, qui éventuellement tuent, mais pour les changer il faudra dépenser quelquefois des millions de francs, or on ne peut pas dépenser ces millions de francs. Voilà le type d'une affaire dramatique au maximum; et qui va décider ? Qui va prendre la responsabilité ? Vous voyez alors, la nécessité de quelqu'un qui est dépositaire de l'autorité, de la puissance publique. Sous quelle forme effectivement, cela nous dépasse, mais que ce personnage soit nécessaire, formé à la fois au point de vue législatif et technique, alors ça, je ne pense pas que ce soit contestable.

M. BCUZAR : Je vous remercie Dr Wisner, c'est exactement ce que je pense.

M. CORNE : M. le Président, nous sommes partis, je crois, à l'origine d'un conflit d'autorité, mais également d'un coût. Je voudrais vous faire part de notre expérience dans les Travaux Publics en France. De plus en plus depuis le moment où en France nous pensons particulièrement à ces problèmes nous envisageons que le coût de la prévention doit être incorporé dans l'ouvrage. Il y a un prix technique, la construction sèche de l'ouvrage, les murs, etc... et puis un deuxième, qui est le coût de la prévention. Car nous avons un exemple typique dans ce domaine. Lorsqu'il s'agit de faire des fouilles, on sait par expérience que pour un tel travail, le boisage de la fouille coûte quelquefois plus cher que la fouille elle-même. Donc si on ne l'exige pas, vous voyez les variantes de prix... Donc il faut que le coût de la prévention soit vraiment incorporé au prix de l'ouvrage. Alors, c'est facile dans le bâtiment, qui a l'avantage de construire et de s'en aller. C'est plus difficile dans un système d'usines où il y a un ensemble économique de production, de renouvellement de matériel, de programmation de travail. Mais il ne faut pas oublier quand même que dans tous ces problèmes, l'accident c'est vraiment quelque chose qui coûte cher à la nation. Si je prends l'exemple d'une profession que je connais bien en France, le bâtiment, si on compte seulement les journées perdues : en France, trente millions de journées par an sont perdues pour cause d'accidents; ça représente 20 jours de congés supplémentaires par ouvrier, quinze mille logements en plus.

Si on prenait l'ensemble des professions, ce serait cent trente millions de journées de perdues en France.

Si la nation dépense cet argent pour réparer, pourquoi ne pourrait-elle pas prévoir et apporter les aménagements techniques nécessaires ?

M. LELARGE : C'est simplement à la suite de ce que disait le Dr WISNER : on parlait de conflit et d'arbitrage pour arriver à des solutions. Comme

je le disais tout à l'heure, je fais partie du Comité d'Hygiène et de Sécurité. Nous avons eu de gros problèmes dans la fonderie, et une fonderie ça ne se remplace pas facilement. Au Mans, il faudrait que la fonderie disparaisse. Et nous savons bien que ce n'est pas au niveau local que cela peut se résoudre, car, ça entraîne des problèmes financiers extrêmement importants. Au stade local, on nous a dit : vous rigolez, c'est impossible d'envisager des dépenses aussi importantes. Ce que nous avons fait, nous avons posé le problème. Au stade du Comité d'Hygiène et de Sécurité, nous nous sommes heurtés à un refus parce que économiquement l'entreprise ne pouvait pas le faire. Nous avons posé le problème au niveau syndical où nous avons discuté et nous avons fixé des étapes. Nous avons proposé au niveau du Comité d'Entreprise : "est-ce que par étapes on ne pourrait pas améliorer cette fonderie, et au fur et à mesure même de l'évolution de la fabrication ?" A partir de l'année dernière, ça a été posé au niveau du Comité Central d'Entreprise qui siège à Paris et à partir de cette année, à la faveur d'une modification de fabrication, par étapes, on va arriver à améliorer cette fonderie sur plusieurs années. Avec les problèmes économiques qui se posent ici, par étapes, avec des choix, on arriverait à améliorer à plus ou moins long terme. Ça peut se situer dans le dialogue et peut-être à des échelons élevés, même au stade de la production industrielle, ça peut aller jusque là, en suivant la hiérarchie des problèmes.

M. BOUZAR : En Algérie tout de suite apparaît la nécessité d'associer le Plan et l'Industrialisation à de tels travaux. Ils ont d'ailleurs été invités. Egalement, concernant les dépenses on peut dire rapidement que le contrôleur financier qui est appelé à jouer un très grand rôle dans les établissements publics peut avoir son homologue dans le secteur autogéré. Lui, dans le fond, pourrait être l'homme idoine qui serait détenteur de ces pouvoirs et pourrait prendre la décision d'une dépense qui serait tout de suite ordonnée si on lui démontrait qu'il y va de l'intérêt de tous d'effectuer cette dépense. Je crains que c'est un problème de persuasion, d'éducation des cadres qui ont des responsabilités et qui ne sont pas encore tout à fait pénétrés de ces problèmes de prévention. Je crois que cela apporterait une première approche de la solution... Notre seule ambition a été de poser le problème, car il faut le poser. Un problème posé est à demi résolu; c'est déjà quelque chose.

Le responsable national de l'U.G.T.A. chargé des Affaires Sociales et BRIKI, qui est déjà parti, ont enregistré le problème et, de leur côté, l'étudieront. Nous, de notre côté, au Ministère du Travail, nous l'étudierons aussi et nous ne manquerons pas de communiquer aux Ministères intéressés, malgré leur absence, le résultat de ces travaux.

Je crois que nous pourrions avancer et sauter la réparation des accidents du travail puisque nous l'avons eu l'occasion de l'aborder tout à l'heure avec BRIKI. C'est une question qui pourrait revenir sur le tapis quelques minutes lorsqu'on abordera le projet de texte de la Sécurité Sociale.

Si vous voulez, en quelques mots, nous pourrions parler de l'organisme spécialisé de prévention dont la décision de principe a été prise. Comment, en Algérie, avec les difficultés que nous connaissons, comment peut-on envisager de créer un tel organisme, quelle serait sa forme ? S'il existe en France quelque chose sous la forme paritaire, ici il n'est pas question d'envisager les choses sous cet angle; l'Etat étant un Etat de travailleurs, je pense que les travailleurs ont plus qu'une majorité à avoir dans

un tel organisme, et que ce serait une sorte de Direction, de conseil technique, qui pourrait être assuré par les pouvoirs publics, c'est à dire par le Ministère du Travail en l'occurrence, en attendant de régler la question de la Sécurité Sociale. Abib, quel est ton avis, as-tu une idée à ce sujet ?

M. ABIB : J'avouerai franchement que je ne suis pas actuellement en mesure d'émettre un avis, parce qu'il s'agit d'un organisme qui pourrait peut-être dépendre du Ministère du Travail, ou du Ministère des Affaires Sociales, l'idée n'est pas encore précise...

M. BOUZAR : Il s'agit d'un organisme qui doit se saisir de toutes les questions d'abord techniques et ensuite, peut-être, de par sa composition et l'autorité qu'il serait appelé à détenir, participerait-il à la solution de tous les problèmes que nous avons évoqués, même en imposant son autorité quand il y a contestation sur les lieux de production.

Il se peut qu'un jour le contrôleur financier chargé de la décision ne soit pas tellement convaincu de la dépense à entreprendre. Il se peut aussi que le Ministère lui-même ne soit pas tellement convaincu. Alors à ce moment-là, l'avis d'un organisme de prévention - si celui-ci a suffisamment de possibilités d'intervention - serait, je crois, bien venu pour faciliter ces solutions.

Est-ce qu'il y a d'autres interventions ?

Bien, je crois que nous avons terminé cette première partie du Colloque. Je vous remercie vivement.

LUNDI 23 MAI 1965 - SOIR

MEDECINE DU TRAVAIL EN ALGERIE

=====

LUNDI 24 MAI - SOIR

MEDECINE DU TRAVAIL

(Présidé par le Dr ABED)

SITUATION ACTUELLE :

Dr MONTILLIER : Y-a-t-il des vocations de médecins du travail ? Les élèves de 5ème année ont des cours de médecine du travail dans le cadre des cours dirigés par le Dr ROSSANO. Un certificat d'études spéciales de Médecine du Travail et d'Hygiène industrielle est institué. Ces cours s'adressent à des docteurs qui désirent se spécialiser.

- Les organisations de Médecine du Travail sont :
- des services inter-entreprises
  - des services autonomes.

Services Médicaux du Travail de l'Algérie :

ALGER :

AMTA : Association pour la Médecine du Travail de l'Algérois  
(Commerce et Industrie)  
1 bis, rue Didouche Mourad - Directeur: M.CAVAILLE  
(2 médecins à la vacation)

SMETPAS : Travaux Publics  
1, rue du Languedoc - Directeur : M.DOMER

Dr DELPIAZZO  
Dr GROUCHAOUA

METRABAL : Bâtiment et Travaux Publics  
Cité des Eucalyptus - rue Mizon - Bât. N°7  
Directeur : M. RICHARD

METRAPORT : Médecine du Travail - Port,  
rue de Chatellerault - Port-Agha

Association inter-entreprise de la BANQUE pour la médecine du travail  
8, rue Tilloy  
1 centre fixe

ORAN : AMETRO : Association inter-entreprise de la Médecine du Travail de la région d'Oran  
1, rue de la Vieille Mosquée

METRABATRO : Bâtiment et Travaux Publics  
16, Bd de Lattre de Tassigny

SMETPAS Oranie et Saoura : Travaux Publics  
3, rue Camille Gasquet  
1 centre fixe  
1 centre mobile avec camion  
1 médecin - 1 secrétaire

CONSTANTINE METRAREC : Bâtiment et Travaux Publics  
16 bis, rue Pierre Cazeaux  
1 médecin à temps partiel

SMETPAS : Constantine et Oasis : Travaux Publics  
1 médecin  
1 centre mobile sur camion

METRIC : Bâtiment

ANNABA METRABO : Bâtiment et Travaux Publics  
Cité des Frênes - Boulevard de la Liberté.

Services autonomes : 1) LES PETROLES : - Repal  
- CFP  
- ACPA  
- CGG  
- La Forex

1 médecin à temps partiel (Dr MONTILLIER)

2) BANQUES

1 centre fixe : rue Tilloy 8 - Alger

3) CENTRES AUTONOMES : - Société LTT  
- S.N.C.F.A.  
- Renault

1 médecin à temps partiel (Dr ROSSANO)

4) DIVERS : - Ateliers DURAFOR  
- Neyrpic  
- S.R.A. (Raffineries d'Alger)

Mme le Dr DUZON

5) CABUAF : Dr COSTAGLIOLA

Dans les Pétroles, le médecin assure les soins, les urgences, fait fonction de médecin du travail (visites d'embauche, visites périodiques et visites des travailleurs exposés à un risque professionnel).

C'est la Médecine du Bâtiment et des Travaux Publics qui a le plus grand rayonnement en Algérie.

L'.M.T.A. se trouve à ALGER et dispose de centres médicaux. Cette association ne dispose pas de médecins à temps pleins; elle était autrefois la plus importante (13 médecins à temps plein).

La SMETPAS a trois médecins à temps plein, trois secrétaires médicaux, trois chauffeurs et le personnel administratif pour supporter ses infrastructures. 4 camions équipés pour la médecine du travail, dont 3 circulent constamment. L'activité se poursuit en Algérie.

En ce qui concerne le Sahara nous avons assuré la médecine du travail pour certains constructeurs des pétroliers : CREPS est desservi par le SMETPAS ainsi que la Société Bourbonnaise de Reboisement.

Nous avons 7000 ressortissants dans les Travaux Publics et 5000 pour le domaine annexe des pétroliers et constructeurs, soit 12000 salariés couverts par ces deux médecins.

METRAB (Directeur M.RICHARD). Les Associations de Médecine du Travail sont adaptées aux fédérations du Bâtiment et des Travaux Publics (4 fédérations, 1 à Oran, 1 à Alger, 1 à Constantine et 1 à Annaba), regroupées au sein de l'UNALBA. Ce sont souvent les mêmes entrepreneurs qui occupent les Fédérations et la Médecine du Travail qui est donc accolée aux fédérations.

Pour l'Association d'Oran, 2 camions ne fonctionnent pas actuellement.

Pour Alger, 4 camions, dont deux sont utilisés à tour de rôle

Pour Constantine, 1 camion est utilisé sur les deux qui existent actuellement.

Pour Annaba, 1 camion qui fonctionne.

En ce qui concerne les équipes médicales :

- à Alger : 1 équipe médicale dessert Alger et Oran
- à Annaba et Constantine : 1 médecin à temps partiel fonctionne au Centre de Annaba ou sur camion
- à Constantine : pas de centre fixe.

Le groupement METRAB coordonne l'action des associations pour que les mêmes directives soient suivies, pour la possession des documents, pour que l'ensemble soit harmonisé.

L'UNALBA est un organisme qui couvre les associations.

MODIFICATION DES STRUCTURES :

Dr WISNER : Où en est le projet concernant les auxiliaires médicaux, ou, plus exactement la formation médicale à cycle court, en trois ans, je crois ?

Dr SULTANA : Rien de spécial n'a été fait dans ce sens. Le problème en Algérie est le suivant : nous manquons de médecins. Le problème particulier est: faut-il, lorsque nous avons un médecin, s'en servir comme médecin du travail, ou bien comme médecin de soins ? où est l'urgence ? On aurait tendance à considérer que l'urgence est dans la médecine de soins...

M. DOMER : Nous avons eu, ces deux dernières années, les pires difficultés à recruter du personnel. Tous les services de médecine du travail étaient organisés de façon à avoir le nombre de médecins nécessaires au travail effectif qui était à faire. Actuellement, compte tenu du rôle que nous voulons faire jouer au médecin du travail, dans lequel sera poussée bien plus qu'à présent, la coordination du médecin avec les Comités d'Hygiène et de Sécurité, le chiffre de 3 médecins pour 12 000 salariés est insuffisant. Il faudrait au moins 4 ou 5 médecins pour remplir les tâches qui nous sont demandées. Le problème de recrutement se pose. Nous avons tenté d'obtenir des médecins, ce fut en vain, car en fonction des textes actuels, il paraît exclu que des médecins algériens puissent exercer dans des organismes privés. On ne pourra donc les trouver qu'en France. La question primordiale à envisager est donc celle qui consisterait à fournir à des organismes médicaux du travail les médecins nécessaires à leur bon fonctionnement.

Dr ABED / C'est en effet le problème crucial. Où trouver des médecins ? Dans le cadre de la coopération technique il en faudrait 300 ou 400 (réactions à ce chiffre...) Tout dépend de la façon dont est envisagée la médecine du travail pour l'avenir. Aujourd'hui tout le monde paysan est exclu de la médecine du travail. Le Ministère du Travail préconise une action sociale dans le cadre paysan qui atteigne le bled d'où la nécessité de centres mobiles, d'auxiliaires médicales. Pour que l'action dans le bled porte ses fruits, il faut une assistante sociale aussi nécessaire que le médecin.

Trois possibilités de recrutement : la coopération technique, les étudiants de la 5ème année qui suivent un stage accéléré, et la solution classique du médecin qui a terminé ses études et qui a fait une année de spécialisation.

Dr DELPIAZZO : Nous pouvons vous indiquer les problèmes qui se posent à la médecine du travail telle qu'elle existe et non telle qu'elle sera; dans l'état actuel des choses, le gros problème est celui du manque de médecins. Nous avons une impossibilité totale à recruter des médecins à plein temps.

M. DOMER : Il y a aussi le problème des distances à couvrir. Nous pouvons fonctionner avec un nombre relativement restreint de médecins, parce que les chantiers et les usines ne sont pas nombreux actuellement. Dans l'avenir, il faudra multiplier les centres fixes et les centres mobiles.

Dr ABED : Un frère algérien peut-il donner un point de vue à ce sujet ?

M. CHERFAOUI : Je voudrais poser la question de la forme et du fonctionnement qui sera retenues pour la médecine du travail en Algérie. Actuellement c'est une médecine privée. Les médecins sont liés par contrat avec un organisme privé. Est-ce que nous conserverons cette forme ou faudra-t-il penser à étatiser cette profession ?

Dr ABED : Tout le problème est là ! Quelle est votre opinion là-dessus ?

M. CHERFAOUI : Mon avis est qu'il faut étatiser, afin de pouvoir se servir de la coopération technique.

Dr ABED : Le véritable problème est de trouver les médecins; où les trouver ?

M. CHERFAOUI : Nous trouvons des médecins étrangers pour les hôpitaux par la coopération technique.

Quel est le déficit actuel dans le personnel de la médecine des soins en Algérie ?

Dr ABED : Le Docteur HAMIMI pourra sans doute vous répondre.

Dr HAKIMI : Je ne suis pas aux affaires Sociales...

Il faudrait décharger le Ministère du Travail du problème du recrutement. Le rôle du Ministère consiste à faire appliquer la loi qui prévoit la constitution auprès de l'entreprise où il existe un certain nombre de salariés d'un service de médecine du travail. Il faut demander que les Mines, les Travaux Publics, les industries de moyenne importance se groupent et créent dans leur domaine propre une médecine du travail, le Ministère du Travail se réservant un contrôle sur les médecins recrutés, et par l'intermédiaire des Inspecteurs du travail vérifiant si la médecine du travail fonctionne effectivement.

Il faudrait dissocier le problème du recrutement du problème de la médecine du travail. Le Ministère du Travail ne peut prendre en charge ce qui doit être fait par les entreprises elles-mêmes; le rôle du Ministère est d'intervenir, tout au moins de vérifier, si la qualification du personnel recruté repose sur un titre valable.

Et d'autre part, il y a, bien sûr, une tâche générale du Ministère de la Santé Publique, en l'occurrence du Ministère des Affaires Sociales de subvenir aux besoins des hôpitaux, des dispensaires, en médecins.

M. RICHARD : Une large prospection a été faite en France et en Espagne, cette prospection s'est traduite par beaucoup de correspondance mais qui s'arrêtait généralement au troisième échange de lettres parce que, entre temps, les candidats avaient trouvé du travail chez eux.

Dr ABED : Cela revient à ce que nous disions tout à l'heure. Pas la peine de parler de médecine du travail si nous n'avons pas de médecins du travail. Le problème de la médecine du travail est tout d'abord celui du recrutement.

M. RICHARD : Des contacts avaient été pris par la METRAB et la SMETPAS auprès du Ministère de la Santé. Celui-ci était prêt à mettre à la disposition du Ministère du Travail des médecins du travail de la coopération. Les Associations de médecine auraient remboursé au Ministère les salaires, les dépenses faites pour ce recrutement.

Dr HAKIMI : Je m'en veux d'avoir été aussi catégorique dans ma première réponse. Le problème du recrutement présente deux aspects :  
1) Dans les entreprises privées qui, dans l'ensemble, sont déjà dotées d'une médecine du travail,  
2) Dans les entreprises autogérées. Ces organismes ne pouvant pas faire d'offres à l'extérieur de l'Algérie, doivent confier le recrutement au Ministère du Travail.

Donc recrutement libre pour le secteur libre, et intervention de l'Etat pour créer une véritable médecine du travail dans le secteur autogéré.

Autre possibilité d'intervention de l'Etat : la formation du personnel para-médical (secouristes-infirmières) qui fera équipe avec les médecins.

Sur le plan de la Faculté d'Alger (et d'ailleurs, en France également) on ne met pas l'accent sur la Médecine du Travail qui est d'un apport aussi important que la médecine tout court, car elle dépiste les maladies des gens pour qui c'est souvent le premier contact avec le médecin. La médecine de dispensaire courante ne répond pas suffisamment aux besoins. La médecine

du Travail dépiste et évite de mettre les travailleurs dans des conditions pénibles (tuberculose évolutive, etc...) avec tous les risques que cela comporte.

Nous avons parlé ce matin des risques encourus à l'usine, mais il est essentiel que l'ouvrier, par définition, soit au départ un organisme sain, ce travail de déblayage est fait par la médecine du travail.

La médecine du travail est un élément de base, dans un pays où la santé publique est déficitaire, où l'embauche est faite à tort et à travers à cause de l'urgence, parcequ'il faut caser dans l'emploi la personne qui se présente.

Dr DELPIAZZO : Vous faites la différence entre le secteur privé et le secteur autogéré. Nous avons un exemple d'une usine nationalisée qui continue à nous envoyer ses ouvriers; je ne sais pas ce que sera plus tard la médecine du travail en Algérie, mais dans l'immédiat, il semble que les sociétés autogérées peuvent utiliser les organismes de médecine du travail existants.

Dr HAKIMI : La distinction touchait seulement au recrutement. J'ai su qu'un camion-radio-clinique ne travaillait que trois mois de l'année. Il faudrait débattre une solution amiable en attendant que l'autre secteur puisse avoir ses camions.

Dr DOMER : Rien ne s'y oppose.

Dr MONTILLIER : Si le Gouvernement algérien rend obligatoires les examens de Médecine du Travail, les services de Médecine du Travail vont se gonfler de salariés à examiner et alors, de toute façon, nous ne trouverons pas les médecins nécessaires.

M. DOMER : Dans l'état actuel des choses, je puis vous assurer que les moyens existants dans le secteur privé pourront peut-être quintupler, à condition d'être utilisés de façon rationnelle, le nombre de visites faites actuellement. Mais le problème du recrutement continuera à se poser quel que soit l'organisme qui continuera à s'occuper de la Médecine du Travail, privé ou d'Etat. C'est là qu'intervient la possibilité pour les Ministères intéressés de résoudre le problème de la médecine du Travail.

Des médecins seraient recrutés par le Ministère des Affaires Sociales et mis par le Ministère du Travail à la disposition de la Médecine du Travail. Si les organismes privés continuaient à vivre ils pourraient rembourser au Ministère du Travail ou des Affaires Sociales, avec les cotisations versées par les adhérents de quelque secteur que ce soit, les salaires versés.

A l'heure actuelle, il est impossible, sauf dans un cas très rare, de faire venir en Algérie, un médecin de France.

Dr ABED : Dites-moi les raisons profondes de cette impossibilité ?

M. DOMER : Il y a deux raisons :

- 1) Certains médecins ne veulent pas risquer l'inconnu
- 2) C'est la question des transferts de fonds. Actuellement, un médecin du Travail en Algérie n'a pas la possibilité de transférer plus de 30 % de son salaire déduction faite des impôts retenus à la source. Les médecins du Travail ont des salaires normaux et ceux qui viennent pour faire des économies n'en ont pas la possibilité. Si seulement on leur accordait le droit de transférer comme les coopérants techniques, 50 % de leur salaire s'ils ont leur famille en Algérie, le problème serait tout différent. Nous aurions peut-être la chance de recruter ou de garder ceux que nous avons.

Il y a un chiffre qui est frappant. Nous avons en 1962 7 médecins, 5 ont démissionné, nous n'avons pu en embaucher qu'un. Il nous en reste donc 3.

DR MONTILLIER : Dans le cadre du service civique, n'y-a-t-il pas possibilité de recruter des médecins du travail algériens ? Il n'y a pas eu d'inscription à la faculté de médecine algérienne pour l'enseignement d'hygiène industrielle cette année; quelques élèves de 5ème année, intéressés, n'en auraient pas reçu l'autorisation. Ceci serait une question à débattre avec la Faculté pour l'an prochain.

M. CHERFAOUI : Voyez la formule qui a été adoptée pour la formation professionnelle : les employeurs sont astreints à un versement d'un certain pourcentage de salaire versé au profit de la formation professionnelle; seuls peuvent s'en dispenser les employeurs chez lesquels est assurée la formation professionnelle. Une cotisation pour la médecine du travail, payée au Ministère du Travail, permettrait le recrutement de médecins par le Ministère du Travail, répartis dans les secteurs prioritaires : je ne conçois pas de médecins du travail dans les Banques alors qu'il n'y en a pas dans l'industrie.

Dr ABED : Oui, on y revient toujours, sur le plan pratique, quelle serait la meilleure façon de recruter ?

M. CHERFAOUI : par la coopération technique

Dr ABED : Il y a trois moyens :

- 1) La coopération technique à l'échelon des Ministères
- 2) Les étudiants de 5ème année admis à un stage,
- 3) Les médecins qui se spécialisent

En fait, il n'y a que la coopération technique. Quelles sont donc les possibilités de la coopération technique ?

DR HAKIMI : Les cotisations, pour faire face au financement du recrutement ne seraient pas utiles : la difficulté ne viendrait pas de l'indigence du secteur concerné, car des postes de médecins du travail existent au budget et sur le plan de la trésorerie, l'Etat algérien accepte de disposer de cet argent.

Les candidatures ne manqueraient pas mais le médecin étranger n'étant pas appelé à faire souche en Algérie, voudrait un libre usage de son salaire. Les médecins français sont disposés à venir en Algérie. L'Etat algérien a suffisamment d'argent. Le problème du transfert de fonds se pose.

M. BRIKI : La Médecine du Travail est tout pour le travailleur. Quand on lui a dépisté une maladie, on peut le guérir vite. Actuellement les Caisses de Sécurité Sociale paient indirectement le manque de médecins du travail. Si on posait la question du droit au transfert des 50 % au Gouvernement, je ne crois pas qu'il le refuserait. Ce colloque peut déjà poser le problème et doit permettre à M. le Ministre du Travail de la poser sur le plan gouvernemental.

M. BARIOL : Le Dr WISNER avait posé une question tout à l'heure, à propos du cycle médical court. Il n'y a pas eu de débat et, entre temps, le Dr WISNER a dû s'absenter. Bien que peu qualifié, je repose la question : n'y a-t-il pas une autre voie pour faire une nouvelle médecine du travail en Algérie ? A savoir la formation d'auxiliaires du travail, infirmiers hautement qualifiés, manipulateurs, radiologues... qui puissent pendant une certaine période, constituer des équipes d'aide aux médecins ?

Dr SULTANA : Il faut des médecins pour faire de la médecine. Aussi bon que soit un infirmier, il ne pourra pas dépister une tuberculose, au moins au début, ce qui est extrêmement important. Donner des fonctions médicales à des gens qui ne sont pas médecins est très dangereux et peut amener des catastrophes.

M. BARIOL : Je suis bien d'accord sur la nécessité d'avoir des médecins en nombre suffisant, mais tant qu'on n'en a pas, plutôt que de ne rien dépister du tout, ne vaut-il pas mieux pallier dans une certaine mesure ?

Dr HAKIMI : Vous savez, ce palliatif me rappelle les vertus prophylactiques du lait. Nous espérons tout de même qu'une fois que la médecine du travail se sera affirmée, que les Syndicats, au moyen des statistiques, auront crié au danger public, la Faculté fera des réserves au cas où le Ministère des Affaires Sociales ne consentirait pas à dérouter quelques-uns de ses médecins vers la médecine du travail.

Il faut s'orienter vers la formation de médecins du travail algériens - il n'en faut pas tellement. Les auxiliaires du médecin ne doivent pas cesser d'appartenir au monde du travail. Il ne faudrait pas faire de la médecine du travail l'équivalent de la médecine de soins. Elle n'a pas à se substituer à elle. A côté des antennes médico-sociales d'entreprise doit subsister le dispensaire, parce que le médecin du travail a une tâche colossale. Les visites des lieux, l'assurance que la machine est adaptée à l'ouvrier, etc... sont des préoccupations qui suffisent à meubler l'emploi du temps du médecin du travail. Même en France le médecin du travail est très méconnu. Au début le problème du recrutement s'est posé; ce n'est qu'après 20 ans de médecine du travail que des jeunes choisissent au départ la médecine du travail.

Dr ABED : La médecine du travail est en gestiooon en Algérie. Il faut qu'elle s'impose. Pour cela il faut montrer des résultats concluants. Il faut donc des médecins qui dépistent des maladies (tuberculose, silicose...) qu'on établit des statistiques, nous revenons toujours au même problème, surtout en Algérie, où les morts sont nombreuses à la suite de maladies professionnelles : il faut des médecins du travail.

M. LELARGE : Au cours d'un colloque important sur la médecine du travail au Mans, le Dr WISNER disait que le médecin du travail ne devait pas faire uniquement des visites systématiques, mais s'occuper des conditions de travail. Il faudrait peut-être intensifier le système des camions où l'on prendrait des clichés que les médecins étudieraient dans un poste fixe. Cela rejoint un peu ce que disait BARIOL tout à l'heure...

M. BRIKI : Le fonctionnement actuel de la médecine du travail ne donne satisfaction à personne, ni au travailleur, ni au médecin. Ce n'est pas étonnant quand on considère les chiffres qu'on nous a indiqués tout à l'heure : 3 médecins pour 12 000 travailleurs. Le résultat, c'est par exemple un cas que je connais dans l'entreprise où je travaille : un travailleur passe la visite d'embauche, il est déclaré apte et quinze jours après il crache du sang et on lui trouve une caverne au poumon.

Pour nous, syndicalistes, le problème de la médecine du travail est à revoir. Faut-il faire une médecine nationale ou laisser subsister une médecine compartimentée par secteur professionnel et relevant uniquement de services patronaux sur lesquels les travailleurs - les principaux intéressés - n'ont pas le droit de regard ? C'est un problème de fond, je ne pense pas qu'on puisse le résoudre tout de suite, car le problème le plus urgent est de trouver des médecins.

Je ne suis pas d'accord avec la médecine à bon marché des adjoints techniques ou des infirmiers, le résultat est très mauvais et ensuite, on paye les conséquences. Ce n'est pas une question financière on peut payer les médecins, les médecins du travail ont dit tout à l'heure que les cotisations suffisaient largement, c'est un problème de médecins essentiellement, auquel il faut trouver une solution.

M. TANTY : Il y a un aspect qui se pose en France, mais qui, je suppose, doit être encore plus sérieux en Algérie. Lorsque le médecin a examiné le travailleur et lui a trouvé quelque chose, il ne peut rien faire pour lui au point de vue soins. Ici, en Algérie, où il y a pénurie de dispensaires et de médecins est-ce que le médecin du travail ne pourrait pas faire quelque chose, lui procurer des médicaments, etc... ?

Dr MONTILLIER : Voilà ce qui se passe : il y a une visite d'embauche et une visite périodique. Au moment de l'embauche, l'ouvrier qui n'est pas encore salarié ni bénéficiant de la Sécurité Sociale, ne connaît pas le médecin du travail et lui cache ses maladies antérieures. Au cours de la visite périodique, le salarié a plus de confiance et révèle ses difficultés, le médecin lui donne alors des conseils ou même rédige quelquefois une ordonnance. Actuellement en Algérie, la Sécurité Sociale ne m'a jamais rejeté une ordonnance. Je sais que la situation est différente en France.



Dr ABED : Je connais assez bien aussi cette question.

Au point de vue déontologie, un médecin du travail ne doit pas faire d'ordonnance. En fait, c'est une histoire de gros sous. Je connais à Paris des médecins du travail qui sont dans une Imprimerie et qui délivrent des ordonnances et ne sont pas ennuyés. Mais, à la campagne, des confrères risquent de le dénoncer et de le traîner devant le Conseil de l'Ordre où il sera blâmé.

En réalité, médicalement parlant, lorsqu'il découvre une petite maladie comme une grippe, le médecin du travail peut très bien faire une ordonnance et ne pas envoyer le salarié à un médecin hypothétique à des dizaines de kilomètres de là. Ce qui est criminel, c'est si on détecte une affection sérieuse (diabète, tuberculose...) de prescrire un traitement sans possibilité de surveillance.

En France, en présence d'une petite maladie, n'importe quel médecin du travail prend une feuille de papier blanc qu'il ne signe pas et indique dessus les remèdes à prendre.

Dans le contexte algérien, où on manque de médecins et de soins, il faut passer par dessus ces règles et le médecin du travail qui a de la conscience professionnelle fait la distinction entre les petites maladies pour lesquelles une ordonnance s'impose et les affections sérieuses qui nécessitent vraiment un traitement et une surveillance et pour lesquelles il est indispensable d'aiguiller le travailleur vers un médecin de soins, parfois vers un spécialiste, phthisiologue ou autre.

Dr DELPIAZZO : Les réactions des médecins de soins sont humaines. Ils sont un peu dans la situation du commerçant qui paye des impôts et qui voit un marchand ambulant s'installer sur le trottoir...

Dr ABED : Exactement. Le tout est de ne pas être dénoncé par un confrère jaloux. Mais les ordonnances sont remboursées par la Sécurité Sociale.

Dr DELPIAZZO : M. BRIKI a été impressionné par le chiffre que j'ai cité de 3 médecins pour 12 000 ressortissants. Mais la médecine du travail n'est pas la médecine de soins. La visite périodique n'a lieu qu'une fois par an pour chaque salarié, elle peut être faite sérieusement avec 3 médecins pour 12 000 salariés.

M. BRIKI : La législation actuelle dit que toute personne qui a été en congé de maladie plus de 20 jours doit repasser par le médecin du travail...

Dr DELPIAZZO : C'est exact. Les employeurs payent leurs cotisations mais ne comprennent pas la médecine du travail et l'utilisent mal; en particulier ils n'envoient pas leurs ouvriers à la visite de reprise du travail.

M. TANTY : 3 médecins pour 12 000 cas peuvent paraître suffisants. Mais la visite d'embauche n'est pas suffisante; il y a aussi l'étude du poste de travail; parce que le médecin du travail fait aussi de la prévention, lutte contre les maladies professionnelles, étudie les problèmes de nutrition, des maladies causées par la manipulation des engins lourds, détecte les maladies

causées par la mécanisation de certains postes.

Il y a aussi l'aspect orientation qui intéresse la médecine du travail. L'orientation d'un jeune ne doit pas être ratée car si l'on s'aperçoit seulement au cours de la production que le jeune n'est pas apte à remplir son rôle, cela lui posera un problème terrible. Après 3 ans d'études pour être couvreur, on s'aperçoit qu'un garçon a le vertige... C'est un cas qui s'est produit.

M. MORANA : Un des aspects de l'éducation physique, c'est l'aspect santé. La collaboration de la médecine du travail pourrait être très précieuse et on pourrait présenter des suggestions au Ministère de la Jeunesse et des Sports afin d'étudier un programme d'éducation physique qui soit préparatoire au métier.

M. CHERFAOUI : Je voudrais qu'on parle du problème des premiers soins.

Il serait nécessaire que dans certaines entreprises il y ait un infirmier qui puisse donner les premiers soins en l'absence d'un médecin. Par exemple, si un ouvrier se blesse sur une pointe, et qu'il faut lui faire une piqûre antitétanique...

Dr ABED : Cela revient précisément à ce que je disais. Dans le contexte algérien le médecin du travail est obligé de dépasser les limites que la législation lui fixe traditionnellement.

M. DOMER : Une entreprise de plus de 200 ouvriers doit avoir obligatoirement un infirmier - aux termes de la législation. Une entreprise plus réduite, et je pense également au secteur autogéré, pourrait profiter d'un service médical du travail qui organiserait des cours de secourisme, car une entreprise de 10 à 15 travailleurs ne pourrait pas assurer les frais d'un infirmier diplômé, mais elle peut avoir un secouriste.

M. CHERFAOUI : Il faudrait abaisser le chiffre de 200 ouvriers à beaucoup moins pour l'obligation d'un infirmier ou d'un secouriste. La réglementation est faite pour la France où il y a moins de petites entreprises qu'en Algérie.

Dr HAKIMI : Je précise que la loi impose aux entreprises, en plus d'un infirmier, un secouriste pour chaque atelier où sont effectués des travaux dangereux. Ce secouriste est un membre du personnel, qui a son travail professionnel d'ouvrier ou d'employé dans l'usine, qui n'est pas rémunéré en tant que secouriste, mais a reçu une formation appropriée lui permettant de donner les premiers soins.

M. AZZI : Il me semble que la place des secouristes dans l'entreprise fait partie des problèmes d'institutions d'hygiène et de sécurité que nous devons voir demain... Mais puisque nous parlons de la formation des secouristes, je voudrais souligner que, actuellement, en Algérie, les secouristes ne parlent pas tous le même langage car ils reçoivent trois formations différentes. Les uns sont formés par le Croissant Rouge Algérien,

les autres par la Protection Civile, d'autres enfin par la Croix-Rouge française... Je parle en connaissance de cause, car je me suis trouvé près d'Annaba avec trois groupes distincts de secouristes et nous nous sommes aperçus qu'il y avait trois manières de transporter un blessé supposé atteint à la colonne vertébrale. De sorte que si le blessé avait une chance sur mille de s'en tirer, nous la lui ôtons. Si nous faisons de la formation de secouristes dans les Comités d'Hygiène et de Sécurité, il faudrait au moins qu'au sein d'une même entreprise, tous soient formés par le même canal !

M. BRIDIER : Je crois qu'on doit reparler demain de sauvetage-secourisme à propos des Comités d'Hygiène et de Sécurité, mais, puisque par un aspect au moins, cette question rejoint la médecine du travail, je voudrais vous indiquer dès maintenant la doctrine de l'Institut National de Sécurité en la matière.

Tout à l'heure, on a parlé de piqûres à faire. Chez nous, les sauveteurs-secouristes ne font pas de piqûres. A tort ou à raison, on pense que mieux vaut pas de piqûre du tout qu'une piqûre qui risque d'être mal faite, sans asepsie. Pour nous, le sauvetage-secourisme se limite à l'intervention immédiate dans les quelques secondes qui suivent l'accident, pour faire ou ne pas faire quelque chose.

Dr ABED : Surtout pour ne pas faire...

M. BRIDIER : Si, s'il y a une hémorragie...

Dr HAKIMI : Il faut surtout éviter de faire du mal, écarter les curieux...

M. BRIDIER : C'est cela. D'autre part, en France, nous travaillons non pas avec trois mais avec quatre organisations : la Croix-Rouge française, la Fédération Nationale de Sauvetage, la Fédération des Sapeurs Pompiers, la Protection Civile. Nous leur avons imposé un programme identique à tous. Dans ce domaine, il doit y avoir une espèce de tronc commun comparable à ce qui existe en matière d'éducation nationale jusqu'au certificat d'études. Ce tronc commun doit exister jusqu'à l'obtention du brevet de secouriste. A partir de là, les secouristes peuvent se spécialiser de façon différente avec telle ou telle organisation.

Dr SULTANA : Il faut tout de même tenir compte des cas d'espèce, surtout en Algérie. Il existe beaucoup de chantiers isolés dans le bled ou au Sahara et il faut tout de même laisser une certaine latitude à l'infirmier qui est sur place; on ne peut par exemple l'empêcher de faire une piqûre antitétanique !

M. RICHARD : Est-ce qu'on pourrait résumer les débats ?

Dr ABED : Eh bien, je crois que le problème essentiel est donc celui du recrutement, il faudra poser au niveau gouvernemental la question des

facilités de transfert <sup>pour</sup> les médecins du travail étrangers, des 50 %.

D'autre part, j'aurais souhaité qu'une fois la semaine d'hygiène et de sécurité clôturée, on prenne une région pilote, Alger, par exemple, et qu'on visite un certain nombre d'entreprises afin de recenser les besoins. J'espère que mes confrères pourront m'aider. Enfin, en ce qui concerne la structure future de la médecine du travail, je pense qu'on pourrait demander son avis à BRIKI.

M. BRIKI : Pour nous, c'est assez clair. En tous cas, dans le cadre de la Sécurité Sociale, nous avons ouvert des Centres Médicaux de Soins, nous avons cinq de ces centres à Alger et cinq médecins à temps plein.

Dr ABED : La question sera posée au Ministère.

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

M. BENOIST : Je voudrais...  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

M. BENOIST : Je voudrais...  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

M. BENOIST : Je voudrais...

M. BENOIST : Je voudrais...

M. BENOIST : Je voudrais...

M. BENOIST : Je voudrais...  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

M. BENOIST : Je voudrais...  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

M. BENOIST : Je voudrais...

M. BENOIST : Je voudrais...

MARDI 25 MAI 1965

INSTITUTIONS D'ENTREPRISE

-----  
... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

... de la part de la Commission...  
... de la part de la Commission...

## INSTITUTIONS D'ENTREPRISE

(Comités d'Hygiène et de Sécurité)

(M. ABIB préside la séance)

M. ABIB : Nous aimerions que nos amis français nous entretiennent de leurs expériences, des textes et de leur application. Ensuite, nous étudierons ce qui existe en Algérie, et à partir de là, nous pourrions prévoir des propositions, tenant compte de notre option.

M. LE TRON : Pour nous, le Comité d'Hygiène et de Sécurité a perdu une partie de son importance parce qu'il s'est assez mal situé. Un certain nombre de déviations se sont produites, parce que les entreprises ont mis en place des ingénieurs de sécurité, des moyens techniques; or, actuellement, du fait de l'évolution industrielle, la prise de conscience se fait de plus en plus au niveau de l'action syndicale, c'est à dire que l'Hygiène et la Sécurité doivent être une action syndicale.

Au point de vue de la loi, le Comité d'Hygiène et de Sécurité voit les problèmes de prévention sous un angle et dans une dimension relativement restreints, le comité d'Entreprise voit les problèmes des travailleurs sous un angle beaucoup plus large : celui des conditions de travail, liées à l'organisation du travail. Il est absolument nécessaire que le Comité d'Hygiène et de Sécurité s'inscrive comme commission dépendant du Comité d'Entreprise.

Selon la législation française, il existe trois institutions :

- le délégué du personnel qui a une tâche propre, même dans le domaine de l'Hygiène et de la Sécurité et de la Réglementation du travail,
- le Comité d'Entreprise qui a pour tâche l'organisation du travail, les aspects économiques, le contrôle du service médical et social,
- le Comité d'Hygiène et de Sécurité.

Il est absolument nécessaire qu'il y ait une coordination de ces diverses institutions. Nous pensons que c'est au syndicat qu'incombe cette tâche. C'est pourquoi la reconnaissance de la section syndicale d'entreprise est une des revendications fondamentales de l'heure. Sinon, ces trois institutions auraient une vie isolée au lieu d'être complémentaires.

Comment se compose le Comité d'Hygiène et de Sécurité ? Il est obligatoire dans les entreprises à partir de 50 salariés. Il est composé d'une manière paritaire :

- la direction
- les personnes ayant compétence technique : ingénieurs, responsables de sécurité, médecin du travail et assistante sociale.
- les représentants des travailleurs (pour les entreprises de moins de 1000 salariés : 3 représentants dont un cadre ou agent de maîtrise, et 2 ouvriers; pour les entreprises de plus de 1000 salariés : 2 cadres et 4 ouvriers; Dans les entreprises de plusieurs milliers de salariés, il y a possibilité d'organisation par secteurs).

## Mission du Comité d'Hygiène et de Sécurité (C.H.S.)

1) Le C.H.S. a été conçu par la législation française comme un organisme technique qui étudie les problèmes de prévention. En cas d'accident grave, le Comité d'Hygiène et de Sécurité doit faire une enquête (ainsi que pour une maladie professionnelle). La législation française n'est pas assez précise pour dire si, de droit, le délégué des travailleurs doit être présent à l'enquête; mais celle-ci doit être signée par un membre de la direction et un membre travailleur. Toutefois ceci est ambigu et crée des difficultés.

Le but de cette enquête n'est pas tellement de rechercher celui qui a tort ou raison, mais d'éviter le retour de l'accident; elle doit éclairer la direction de l'entreprise. Elle est ensuite envoyée au Service de Prévention de la Sécurité Sociale et à l'Inspection du Travail, de manière à ce que sur le plan statistique, on enregistre les causes d'accident afin de mener une action plus étendue aux différents secteurs.

2) Le Comité d'Hygiène et de Sécurité a donc pour tâche d'éviter les risques par les visites d'atelier, l'entraînement des équipes de secourisme, les moyens de protection contre les incendies... Le plus important est la visite d'atelier parce que c'est là que l'on découvre le risque. La législation prévoit que le médecin du travail doit participer de temps en temps au moins à cette visite d'atelier, ceci n'est pas facile; il y a un effort très important à fournir au sein du C.H.S. dans ce sens.

3) L'information : affiches, campagnes d'explication sur un certain nombre de risques décelés dans l'entreprise (port de lunettes, de casques, etc...)

La législation prévoit que le C.H.S. doit se réunir trimestriellement; des réunions exceptionnelles devront avoir lieu à la suite d'accidents graves pour tirer les conclusions de l'enquête. Le C.H.S. doit aussi faire un rapport annuel. Surtout dans les entreprises de plus de 500 salariés, il faudrait demander qu'assistent à cette réunion annuelle : les services de prévention des Caisses Régionales et l'Inspection du Travail. Ce rapport doit faire le tour de l'activité du C.H.S. pendant l'année, dégager des statistiques au point de vue des causes des accidents, du nombre de journées perdues, etc. Un exemplaire doit être envoyé aux services de prévention.

Je crois avoir fait le tour de la situation actuelle; ce qui pose des problèmes, c'est que le délégué du C.H.S. n'est pas protégé par la loi au même titre que le délégué du personnel ou qu'un membre du Comité d'Entreprise. En outre, il faut qu'il ait une mission à remplir pour qu'on lui accorde des heures. Le délégué d'entreprise à 20 heures par mois et non le membre du Comité d'Hygiène et de Sécurité. C'est là un sérieux problème, parce que parfois, la direction dit que cette tâche est celle de l'ingénieur. C'est alors une source de contestations, dont la solution dépend du rapport des forces.

M. CORNE : Ce qu'a dit LE TRON vaut pour l'ensemble des entreprises. Mais, il existe une organisation particulière en ce qui concerne le bâtiment et les Travaux Publics, en raison de la dissémination des chantiers, de leur caractère temporaire, de la multiplicité des chantiers de moins de 50 ouvriers (230 000 entreprises pour environ 1 500 000 travailleurs), de l'instabilité de la main d'oeuvre employée, de la présence sur un même chantier d'ouvriers occupés par des employeurs différents. Tous ces élé-

ments ont conduit à la création de l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBT) créé par arrêté Ministériel du Ministère du Travail le 9 août 1947. Même avec l'institution d'un tel organisme, sur proposition et avis de celui-ci, le Ministère du Travail et de la Sécurité Sociale peut autoriser la création d'un comité particulier d'Hygiène et de Sécurité sur des chantiers importants, Comités qui fonctionnent d'ailleurs en liaison avec les Comités régionaux de l'OPPBT. C'est par ce biais que nous sommes rattachés à la législation générale.

Le rôle de l'OPPBT a déjà été défini par M. LE TRON, puisque c'est celui confié aux Comités d'Hygiène et de Sécurité dans les autres entreprises: enquêtes en cas d'accidents graves, visites des chantiers et des ateliers en vue du contrôle de l'application des prescriptions législatives et réglementaires et des consignes concernant l'Hygiène et la Sécurité ainsi que du bon entretien du matériel. Il a aussi un rôle éducatif sous toutes ses formes pour développer l'esprit de sécurité chez le professionnel du bâtiment.

L'organisation de l'OPPBT est la suivante: Il comprend un comité national dont le siège est 2bis rue Michelet à Paris-Issy-les-Moulineaux (Seine) et 19 comités régionaux dont les circonscriptions correspondent à trois exceptions près à celles des Caisses régionales de Sécurité Sociale.

Les membres du Comité national et de chacun des Comités régionaux sont désignés par les organisations syndicales d'employeurs et de salariés; chaque Comité comprend huit membres titulaires, ainsi répartis:

- du côté "employeur": 2 représentants de la Fédération nationale du Bâtiment
  - 1 représentant de la Fédération nationale des Travaux publics
  - 1 représentant de la Confédération Artisanale et des petites entreprises du Bâtiment (CAPEB)
- du côté "salariés": 1 représentant de la C.F.D.T. (C.F.T.C.)
  - 1 représentant de la C.G.T.
  - 1 représentant de la C.G.C.
  - 1 représentant de la C.G.T.-F.O.

Chaque membre titulaire a un suppléant qui appartient à la même organisation.

Chaque Comité est assisté d'un médecin-conseil pour tous les problèmes relatifs à l'hygiène des chantiers et les maladies professionnelles.

L'activité de l'OPPBT est suivie par le Ministère du Travail en ce qui concerne le comité national et par les Inspections du Travail pour les comités régionaux.

Comment l'OPPBT exerce-t-il la mission qui lui est confiée ?

Le Comité National contrôle, anime et coordonne l'activité des Comités Régionaux.

Il est chargé essentiellement:

- de l'étude des problèmes techniques de sécurité en prenant notamment pour base les rapports fournis par les Comités Régionaux, des mesures propres à améliorer les conditions d'hygiène dans le travail et à lutter efficacement contre les maladies professionnelles;
- de la réalisation du matériel de propagande utilisé par les Comités Régionaux,
- de toutes les activités de propagande de l'Organisme tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale;

- de l'organisation de l'enseignement "sécurité" auprès des élèves des Centres de F.P.A., des établissements d'enseignement technique, des établissements d'enseignement professionnel du Bâtiment et des Travaux Publics et des apprentis travaillant "sur le tas". (Les délégués à l'enseignement, au nombre de 13, dépendent directement du Comité National).

Le Comité National se tient en contact avec les organismes publics et privés intéressés par la prévention des accidents du travail. Il propose aux pouvoirs publics les modifications et additifs à la réglementation de sécurité en vigueur dont l'expérience aura fait apparaître l'utilité et participe à l'étude de textes réglementaires concernant les mesures d'hygiène et de sécurité applicables aux industries du Bâtiment et des Travaux Publics.

La mission des Comités Régionaux est assurée surtout par l'intermédiaire des délégués à la sécurité, au nombre de 91 pour toute la France qui visitent les chantiers et les ateliers.

En collaboration avec les employeurs, les chefs de chantier, d'ateliers et les délégués du personnel, ils examinent les conditions de travail, rappellent les prescriptions légales, les recommandations de sécurité et proposent des solutions qui permettent d'exécuter le travail en sécurité.

Le rôle du délégué à la sécurité est celui d'un conseiller, et d'un conseiller éclairé puisqu'il est recruté par voie de concours et doit pouvoir justifier, pour poser sa candidature, de l'exercice pendant cinq ans au moins d'une profession du bâtiment ou des Travaux Publics.

Ses recommandations peuvent donc être suivies avec confiance, car il connaît le métier de ceux auxquels il s'adresse. Ses visites nombreuses de chantiers lui permettent de recueillir des indications variées, précises, concrètes et d'en tirer des enseignements qu'il dispense ensuite à ceux qui n'ont acquis qu'une expérience limitée aux seuls chantiers ou ateliers dans lesquels ils ont travaillé.

Agent de liaison et conseiller, il ne saurait être considéré comme un censeur ou un critique. Entrepreneurs, chefs de chantier ou d'atelier, ouvriers n'ont pas à se formaliser de ses remarques, car elles ne sont dictées que par le désir de coopérer à une meilleure sécurité.

Le délégué joint à une connaissance approfondie des problèmes posés par le travail, une solide expérience de la sécurité. Il voit d'un rapide coup d'oeil "ce qui ne va pas".

Ses moyens d'action

Depuis près de vingt ans, l'OPPBT insère son action dans la politique générale de lutte contre les accidents. Chaque année:

- il visite près de 100 000 chantiers, ateliers et sièges d'entreprise
- effectue environ 1 200 enquêtes consécutives à un accident
- assure la formation de plus de 50 000 élèves et apprentis,
- organise des réunions d'information touchant près de 80 000 professionnels.

Ses ingénieurs spécialisés s'occupent des problèmes techniques délicats que pose la réalisation de la sécurité sur les grands chantiers.

L'action des délégués à la sécurité, des délégués à l'enseignement et des ingénieurs itinérants est appuyée par une propagande intensive (brochures illustrées, publication de recueils, réunions d'information, journées d'études, campagnes de propagande, films, etc...).

Au cours de son intervention, M. CORNE présente le délégué ouvrier de la Sécurité comme le fer de lance de l'action : C'est lui qui va sur le chantier pour voir avec les ouvriers et avec la direction d'entreprise comment la sécurité est organisée sur le chantier. Nous avons voulu que ce délégué soit un ancien ouvrier (ancien compagnon, ou chef d'équipe dont le coefficient ne soit pas supérieur à 260 qui est celui du chef de chantier), afin qu'il puisse se faire comprendre des professionnels. Nous voulons faire enseigner et contrôler la prévention par d'anciens ouvriers du bâtiment; en effet, pour être salarié de l'OPPBTP, il faut avoir au moins 5 ans de profession.

M. Dr HAKIMI : Je voudrais poser quelques questions à M. CORNE

- 1) La structure même sur le plan national nous a paru hiérarchisée, centralisée. Est-ce une innovation par rapport à l'organisation commune qu'a présentée M. LETRON qui ne concerne que le bâtiment, ou bien existe-t-il une structure analogue dans un autre secteur de l'économie française ? Ce qui est frappant, c'est que les Comités d'Hygiène et de Sécurité tels qu'ils sont définis par la loi n'ont pas la même allure que les comités de l'OPPBTP.
- 2) Quand il s'agit de créer des Comités d'Hygiène et de Sécurité au niveau de certains chantiers, vous avez dit que le Ministère du Travail accordait une autorisation spéciale, ce qui suppose que certains chantiers n'ont pas de Comité d'Hygiène et de Sécurité ? La demande d'autorisation est-elle formulée par le Comité d'Entreprise ou par les Syndicats qui se rendent compte des déaillances ?
- 3) Dans la composition du Comité d'Hygiène et de Sécurité, vous avez paru assez original par rapport à la composition prévue par la loi, vous êtes même allé au-devant des revendications syndicales puisque vous avez une représentation nominale de chaque organisation syndicale; la loi prévoit la représentation des ouvriers sans lui adjoindre de représentants des syndicats ou tout au moins sans les considérer comme les représentants d'un syndicat déterminé.
- 4) Activité des comités, bilan : vous dites qu'ils n'ont opéré que 1 200 enquêtes consécutives à des accidents graves. La loi ne fait-elle pas obligation d'ouvrir une enquête à chaque accident grave ayant provoqué décès ou infirmité ? Vous avez souligné hier l'énormité des accidents du travail : n'y-a-t-il pas plus de 1 200 cas qui exigent une enquête ? Y-a-t-il lacune, ou ce chiffre représente-t-il une réalité ?
- 5) Le Décret du 8 janvier 1965 a-t-il apporté un élément nouveau dans la législation ? Nous sommes nous-mêmes à la recherche d'une législation...

M. CORNE : J'ai remis le Décret du 8 janvier à M. BOUHARA ainsi qu'un certain nombre de documents. Il a certainement apporté des innovations et des précisions. L'essentiel avait déjà été conçu par le Décret du 9.8.1925; 600 articles ont été ramenés à 236. C'est un essai de précision tenant compte de l'expérience de l'I.N.S., des Caisses de Sécurité Sociale et de l'OPPBTP en matière d'accidents.

J'en viens aux 1 200 enquêtes. A peu près tous les accidents mortels ont donné lieu à une enquête. Le fait que nous n'ayons pas pu faire une enquête à la suite de tous les accidents graves, a pour origine que les entreprises ne nous en informent pas toujours. En outre, nous n'avons que 77 délégués jusqu'à l'année dernière, ce chiffre passera à 91 puis à 101;

il ne comprend pas les délégués à l'enseignement qui ne vont pas sur les chantiers. Ce nombre est insuffisant (14 délégués pour 26 000 chantiers à Paris).

En ce qui concerne la création de Comités d'Hygiène et de Sécurité, l'arrêté constitutif prévoit qu'il peut y avoir des Comités d'Hygiène et de Sécurité particuliers. En juillet dernier le Comité National de l'OPPBTP a rappelé l'obligation ou la nécessité de créer des Comités d'Hygiène et de Sécurité dans les chantiers importants. Ce ne sont pas nos 100 délégués qui pourront régler le problème sur ce plan. Nous cherchons une démultiplication. Le Comité d'Hygiène et de Sécurité qui se rapproche de la règle normale édictée par la loi est un moyen puissant, efficace, capable d'assurer une protection sur le chantier... Mais je passe la parole au camarade TANTY sur ce point.

M. TANTY : Mon intervention rejoindra, pour l'essentiel, ce qui vient d'être dit.

Quand on examine la législation on est surpris du nombre de textes qui pourraient être efficaces et on se demande alors pourquoi il y a encore tant d'accidents. Nous attirons l'attention des camarades algériens sur ce fait : le gouvernement français a bien décidé la semaine de 40 heures dans les textes provoqués par les événements de 1936. Mais chacun sait qu'en réalité c'est 55 ou 60 heures de travail hebdomadaire qui permettront à l'ouvrier de se nourrir. On peut dire la même chose de l'hygiène et de la sécurité. Si on étudie la législation telle qu'elle est, y compris la mise en place du Comité d'Hygiène et de Sécurité, on peut dire qu'il y a des moyens efficaces de protéger le travailleur. Mais il faut se rappeler le régime économique français tel qu'il est présenté par exemple par le Directeur de Citroën: "le moteur c'est le profit"! Cet esprit joue au détriment des ouvriers, il faut le dire parce que c'est la vérité. On parle de la catastrophe du Boulevard Lefèbvre. Pourquoi un immeuble du même type, avec les mêmes méthodes de fabrication et le même brevet a-t-il été construit sans accident grave dans la région de Toulouse ? Pourquoi un bâtiment à peu près semblable a-t-il été construit sans "pépins" à quelques kilomètres du Boulevard Lefèbvre, à la Porte des Lilas ? Une enquête a été menée et elle est significative. Le fond du problème, c'est qu'à la Porte des Lilas, les monteurs ont agi pour imposer le respect des règles de sécurité et y sont parvenus. Mais une fois le chantier de la Porte des Lilas terminé quand ils ont voulu se faire embaucher Bld Lefèbvre, l'entreprise a refusé car elle trouvait que ces ouvriers leur avaient créé trop de difficultés à la Porte des Lilas. Le résultat, c'est qu'on a embauché une autre main d'oeuvre et malheureusement non qualifiée. Les conséquences, vous les connaissez.

Il faut dire aussi que, Bld Lefèbvre, la direction de l'entreprise s'était refusée à la mise en place de délégués du personnel, dont une partie de la mission était de militer au point de vue hygiène et sécurité en l'absence de Comité d'Hygiène et de Sécurité.

Autre exemple, les chantiers USINOR à Dunkerque, où il y a eu une vingtaine de morts et de nombreux blessés; il n'y avait là que l'apparence d'un Comité d'Hygiène et de Sécurité, le patronat des différentes entreprises ayant déclaré que l'hygiène et la sécurité le regardaient. On a groupé dans le Comité d'Hygiène et de Sécurité quelques conducteurs de travaux et un salarié appliquant les directives de l'entreprise. Il est bon de mettre des préposés à la sécurité sur les chantiers, encore faut-il que ces préposés soient libres par rapport au patronat et qu'ils puis-

sent agir dans le sens exact sur les responsables de la direction des travaux qui doivent assurer la protection en même temps que les travaux.

Il faut éviter ce spectacle du malheureux délégué à la sécurité qui se promène sur le chantier avec une boîte de clous et des planches et qui s'en va installer lui-même des garde-corps, alors que la pose de ces garde-corps doit faire partie des travaux et être ordonnée par les responsables de ces travaux.

Ces réflexions déterminent notre orientation : la vérité c'est qu'il n'y a pas de Comité d'Hygiène et de Sécurité, mais qu'on s'efforce d'en mettre en place; il n'y en a que là où le mouvement syndical peut imposer au patron la mise en place et le fonctionnement d'un Comité d'Hygiène et de Sécurité. Dans le cadre même de la législation, le Comité d'Hygiène et de Sécurité a encore sa faiblesse, car on essaie de le cantonner dans des aspects techniques et on veut limiter son champ d'action. Le travailleur ignore le Comité d'Hygiène et de Sécurité, car ce dernier n'est jamais qu'une commission de travailleurs pris au sein du Comité d'Entreprise. C'est pourquoi il est un organisme de second rang, le rôle prépondérant est tenu par le patron ou son représentant. Les Comités d'Hygiène et de Sécurité ne peuvent donc pas avoir un rôle primordial dans la mesure où ils ne font pas corps avec les travailleurs. Si nous voulons qu'ils soient vraiment efficaces, ils devront être élus par les représentants directs des travailleurs. Nous y gagnerons en efficacité car les travailleurs seront touchés par une campagne dans la mesure où elle leur sera présentée par les travailleurs eux-mêmes, mais actuellement les textes de la législation ne peuvent pas entrer dans leur vie. Au contraire, les travailleurs disent : "Comment ? tout est prévu dans la législation, et on nous fait travailler dans de telles conditions ?" Les personnes qui viennent d'organismes spécialisés (I.N.S.-OPPBT) provoquent parfois des discussions houleuses à ce sujet.

Une source très importante d'accidents c'est la longueur du temps de travail (9-10 heures) et aussi les cadences de travail. Le geste néfaste se produit à certaines heures à cause de la fatigue, d'où la nécessité de la réduction du temps de travail. Les accidents au cours du trajet deviennent de plus en plus fréquents à cause de la fatigue. Lors du percement du tunnel du Mont-Blanc, la mécanisation a économisé du temps à l'entreprise, mais a démoli les cellules nerveuses de l'ouvrier dont on n'a pas réduit la durée du travail. Voilà le point où réside notre faiblesse, lorsque nous envisageons l'action des Institutions d'Hygiène et de Sécurité.

Un dernier point à souligner. Le registre d'observations est quelque chose de très important. Malheureusement, il existe très rarement sur le chantier, parce que l'employeur ne tient pas à ce qu'il y en ait. Bien que le délégué n'ait pas de pouvoir de coercition, le fait que les choses aient été consignées provoque une certaine crainte chez l'employeur. Il y a souvent des choses très simples qui pourraient être ainsi obtenues. Ainsi, au tunnel du Mont-Blanc, pendant des mois, il n'y a pas eu d'eau potable. La raison invoquée c'est qu'elle gelait ! C'est vrai, mais pour alimenter les engins on avait bien trouvé tout de suite le moyen d'avoir de l'eau qui ne gelait pas... Il faut donner des pouvoirs réels au Comité d'Hygiène et de Sécurité, il faut agir pour l'application intégrale de la législation, sinon ce n'est pas la peine.

M. BOUZAR essaie de synthétiser les interventions des camarades français.

D'une part le caractère représentatif du Comité d'Hygiène et de Sécurité n'existe pas, d'autre part ce Comité est une institution illusoire,

parce qu'on ne lui a pas donné le pouvoir de base nécessaire pour s'imposer.

En outre, un personnage qui a un rôle prépondérant dans ce domaine, le médecin d'entreprise, est actuellement démuné et tiraillé entre la pression des travailleurs et l'autorité de l'employeur.

Nous devons tenir compte de tout cela si nous voulons créer un embryon de législation solide. En ce qui concerne l'application de la législation existante, le camarade TANTY a dit qu'elle n'était pas faite en France; elle l'est encore moins en Algérie.

Depuis l'avant-projet de 1958, on a mis 7 ans pour élaborer le décret du 8 janvier 1965 sur le Bâtiment et les Travaux Publics et depuis le premier décret de 1925, il s'est écoulé 40 ans. Pendant ces 40 années, les accidents n'ont pas attendu pour se produire à un rythme angoissant. Nous, algériens, nous devons, c'est le but de la réunion de ce matin, nous pencher sur la nécessité de discuter à fond les pouvoirs à accorder à l'institution ouvrière élue, -car on ne peut l'entrevoir autrement qu'élue...- et nous devons accorder la plus grande importance à l'Institut de prévention que nous envisageons de créer.

M. ABIB : Par son intervention, M. BOUZAR semblait clore la partie réservée à l'exposé des expériences françaises, pour vouloir passer à ce qui pourrait se faire en Algérie.

Etes-vous d'accord pour passer tout de suite à la situation chez nous ou bien souhaitez-vous avoir encore des compléments d'information sur ce qui se passe en France ?

M. HAKIMI : M. Bouzar nous a présenté une excellente méthode. En ce qui concerne le premier point, nous devons être informés par nos camarades qui sont sur le terrain, de l'existence ou de l'inexistence des Comités d'Hygiène et de Sécurité. En ce qui concerne le deuxième point je voudrais suggérer un ordre d'exposé avant d'aborder d'emblée l'autorité à donner à ces Comités. Il faudrait étudier :

- 1) la composition la plus rationnelle et la plus efficace,
- 2) la désignation de ses membres, élus ou désignés par les organismes syndicaux
- 3) les pouvoirs et le rôle du Comité d'Hygiène et de Sécurité.

M. ABIB : J'ajoute : "ses rapports avec le Comité d'Entreprise"

M. AZZI : Avant d'aborder le problème de constitution ou de réadaptation du Comité d'Entreprise etc..., je voudrais encore une fois mettre à contribution le frère BRIKI et les frères du Syndicat, afin de connaître la structure actuelle des entreprises (celles qui restent) afin de pouvoir discuter du problème sur le fond.

M. ABIB : Nous écouterons volontiers quelqu'un susceptible de donner des renseignements suffisamment précis.

M. BRETAGNON présente l'OPREBAT dont il est vice-Président :

L'OPREBAT est le pendant de l'OPFBTP en France créé par arrêté du 2 septembre 1954; il comprend des organismes départementaux et un organisme national pour l'Algérie : le Comité Algérien de l'OPREBAT.

Ces Comités sont paritaires en ce sens qu'y sont représentés les employeurs pour une moitié et pour l'autre moitié les Délégués d'organisations syndicales qui existaient en Algérie (maintenant ils devraient être désignés par l'U.G.T.A.). Ce que j'ai toujours reproché à ces organismes paritaires, c'est qu'il suffit qu'il y ait un salarié qui, soit par ambition, soit par intérêt, se mette du côté du patron, pour qu'on ait un organisme d'obédience patronale.

Il devrait y avoir dans la constitution d'un organisme paritaire 1/3 d'employeurs, 1/3 de salariés et 1/3 de gens compétents désignés par le gouvernement.

On a fait le procès de l'OPREBAT, à juste titre, cela tient à plusieurs raisons :

1) Il ne se réunit pas tous les trois mois comme il est prévu et au lieu d'avoir 8 membres titulaires et 8 membres suppléants, il reste 4 membres titulaires (tous des français) et 1 membre suppléant. Le membre suppléant algérien ne fait plus partie du bâtiment depuis trois ans.

2) Trop de personnel administratif et nous avons au contraire beaucoup de mal à recruter les délégués à la Sécurité, les Contrôleurs techniques dont on exige 5 ans de présence dans le Bâtiment ou les Travaux Publics.

Je demande aux camarades français (j'appartiens moi-même à la CGT-FO) d'intervenir auprès du Ministère pour qu'on organise en France des cours de sécurité aux jeunes ingénieurs du contingent de façon à ce que, lorsqu'ils viennent ici, ils puissent faire office de contrôleurs techniques à la Sécurité et former des algériens dans ce sens. Le gouvernement algérien pourrait avoir l'appui des organisations syndicales françaises pour donner suffisamment de jeunes ingénieurs ou conducteurs de travaux spécialisés pendant 6 mois en France en matière de sécurité dans les chantiers.

J'ai été ingénieur de Sécurité à la base de Mers-el-Kébir, le Comité était composé du patron, d'un ingénieur, et de deux délégués nommés par les Comités d'Entreprise; contrairement à ce qu'on pourrait croire, les délégués de sécurité, nommés par les Comités d'Entreprise ne sont pas les plus actifs. Les plus actifs s'occupent des oeuvres sociales, des cantines, loisirs, coopératives; on ne met à la sécurité que les bouche-trous, alors qu'on ne devrait mettre à la Sécurité que des gens élus par l'ensemble des travailleurs. Il faut aussi que ces délégués aient des droits au moins équivalents à ceux des délégués du Comité d'Entreprise, parce qu'ils vont se heurter à la maîtrise et aussi aux ouvriers.

Un jour, à MERS-el-KEBIR, où les galeries avaient 18 mètres de hauteur, j'ai dit à un conducteur de travail : "de la façon dont tu fais, tu vas tuer quelqu'un. Pour faire un échafaudage normal, il faut six ouvriers pendant 4 heures, cela fait 24 heures". Il me dit : "tu fais perdre 24 heures à l'entreprise". Et je lui ai répondu : "Non, parce qu'avec un échafaudage tel que tu le fais, tu vas tuer quelqu'un et tu sais très bien que s'il y a un accident mortel sur un chantier, les ouvriers ne travaillent pas pendant toute une journée et l'employeur ne peut pas les y obliger. Comme il y a 400 ouvriers sur le chantier, ce sont 400 fois 8 heures de perdues donc 3 200 heures". Alors il a bien été obligé de refaire l'échafaudage comme je le lui disais.

Il y a aussi beaucoup d'accidents qui arrivent avec des pointes qui s'enfoncent dans les pieds des travailleurs, parce que ceux-ci ne s'achètent pas les bonnes chaussures qu'ils pourraient se procurer en buvant quelques anisettes de moins...

Sur les chantiers, vous avez pu remarquer que les échelles n'arrivent jamais à la hauteur voulue...

On se réunit chaque fois qu'il y a un accident grave. C'est une erreur de vouloir faire un rapport de 3 pages que personne ne lit, qui détaille les circonstances de l'accident. Que le Comité se réunisse dans les 24 heures qui suivent l'accident, rédige un rapport de 20 lignes ronéotypé et le distribue à chaque travailleur ! A côté des affiches recommandant le port des lunettes, suspendons donc des lunettes ! Pour éviter des accidents, il faut l'observation sur place et des décisions immédiates.

M. BOUZAR : Je désire faire une petite mise au point après l'intervention de M. BRETAGNON. Hier, à la conférence que j'ai donnée Salle Ibn Khaldoun, j'ai mis en cause l'OPREBAT. Mais ce n'est pas tant l'institution en elle-même qui a été visée, j'ai plutôt recherché les causes de son inactivité, car quelle que soit la structure d'un organisme, s'il joue son rôle, il ne peut être qu'encouragé. Par contre, ce serait "donquichottesque" que d'essayer d'enfoncer des organismes dont les difficultés sont manifestes. En ce qui vous concerne OPREBAT, je pense que vous pouvez difficilement vous dédouaner de tous les accidents, dont involontairement peut-être, on pourrait vous imputer la responsabilité, au moins par abstention. Je tiens cependant à rendre hommage à votre organisme, parce que dans cette campagne, pour laquelle à l'origine, nous n'avions pas de budget, vous nous avez accordé une subvention qui nous a permis de démarrer, et nous vous en remercions vivement.

Dr WISNER : Je voudrais poser deux questions à propos de la façon dont vous imaginez les Comités d'Hygiène et de Sécurité en Algérie.

La première, c'est de savoir si ce doit être des Comités seulement d'Hygiène et de Sécurité ? Comme je l'ai dit déjà, les accidents sont un événement qui caractérise une situation. Cette situation se caractérise bien sûr par un manque d'esprit de prévention, mais aussi par un état d'esprit de l'entreprise concernant l'ensemble des conditions de travail dans lesquelles on met l'homme. Il n'y a pas seulement les accidents du travail, les maladies professionnelles, mais aussi la fatigue, une surcharge, une usure très rapide des hommes. Et tout cela pose la question de la productivité dans les entreprises. Je formule l'espoir que l'on puisse ici adopter des solutions qui seraient en avance sur ce que l'on pourrait faire en France.

Je suggère un Comité de l'homme au travail qui étudierait l'ensemble des rapports entre l'homme et la production. Ceci présenterait l'avantage supplémentaire suivant : les gens qui s'occupent de ces questions, au lieu d'être seulement ceux qui viennent exiger des choses qu'il est très désagréable de donner parce que ce sont des dépenses, verraient l'ensemble des problèmes et finalement joueraient un rôle économique incontestable.

La deuxième question a déjà été abordée un peu hier, elle a été mise en évidence par l'intervention du camarade syndicaliste français tout à l'heure : est-ce que l'homme de l'Hygiène et de la Sécurité qui est, soit élu par les travailleurs, soit désigné par le Comité d'Entreprise, soit



désigné par la section syndicale, doit être un technicien, ou doit être un homme de revendication ? Hier on avait envisagé de donner au syndicat un rôle de prévention technique, et évidemment sur un plan théorique, ce n'est pas mal, mais est-ce que nous n'allons pas arriver à un certain degré de paralysie de l'action revendicative par ce rôle technique ? D'autre part, est-ce que le fait de donner un rôle technique important n'est pas en contradiction avec une désignation électorale, par exemple syndicale ? Est-ce que les travailleurs vont juger que l'homme qui va défendre leur santé, réduire leur fatigue, sera forcément un technicien ? Ils vont généralement prendre un homme très dynamique mais qui n'est pas un technicien. Alors je me demande s'il ne faut pas faire un choix - mais je ne sais pas lequel - entre ces deux solutions... Autrement dit, est-ce que l'on désigne un homme qui s'occupe de l'ensemble des problèmes de l'utilisation de l'homme, des conditions de travail et des accidents, et qui, s'en occupe de façon revendicative, en soulignant les problèmes, en les posant, ou est-ce que ce sera quelqu'un qui ne sera peut-être pas pris dans l'entreprise, qui viendra peut-être du Ministère du Travail ou de la Centrale Syndicale, que sais-je, mais, qui, lui, apportera l'aspect technique ? Je me pose cet ensemble de questions, et j'avoue que je n'ai pas idée des réponses car je ne connais pas assez le contexte algérien ni les options fondamentales du pays.

Mr. ABIB : Moi je pense que la réponse à vos deux questions peut se retrouver en fait dans le rôle exact que l'on donnera à ces Comités. Dès l'instant où on donnera un véritable rôle à ces comités, je pense que vous trouverez la réponse aux questions posées. Si on considère que le Comité a des prérogatives réelles, je pense que la solution du problème sera trouvée.

Dr ABED : Dès qu'il s'agit d'un problème concernant l'Algérie, et singulièrement dans le domaine médical, il faut se rappeler :

- 1) urgence de la situation actuelle
- 2) être réaliste
- 3) passer aux actes

Les exposés brillants de nos amis français ont montré que le rôle du Comité d'Hygiène et de Sécurité doit être considérable. Je voudrais, dans l'état actuel des choses, que le rôle de premier plan soit tenu par le chef du Service Sécurité de l'entreprise, possédant obligatoirement deux qualités :

- 1) être élu par ses camarades de travail dont il doit avoir la confiance,
- 2) pour ne pas tomber dans la démagogie, avoir une compétence technique certaine.

Ceci étant dit:

1) pour pallier la situation actuelle, étant donné le manque de médecins, il faut dans les plus brefs délais que l'on organise à leur intention des séminaires où un enseignement leur sera donné par des médecins du travail, des spécialistes de secourisme, des spécialistes de la technique de prévention. Comme le disait M. BRIDIER dans une formule lapidaire, il faut former des formateurs. Ces corps de chefs de sécurité doivent former des points d'impact pour la question de la prévention.

2) Pour passer de la théorie à la pratique, il faut qu'il y ait un organisme qui ait des pouvoirs réels. Je propose la création de la Commission Nationale de l'Hygiène et de la Sécurité, elle comptera par exemple, et

cela n'est pas limitatif, ce sont des suggestions) :

- un représentant national de l'U.G.T.A.
- deux médecins du travail
- un inspecteur du travail
- un représentant du Ministère du Travail, si possible spécialiste en législation
- un ingénieur
- un représentant de la Sécurité Sociale

à cela on ajoutera :

- un représentant des sapeurs pompiers
- un représentant de la Défense Nationale (un médecin de l'ANP si possible)
- et (je me suis inspiré du discours brillant qu'a fait M. MORANA hier), un professeur d'éducation physique.

Cette commission devra se réunir dans les plus brefs délais pour discuter de la création de Comités d'Hygiène et de Sécurité, préciser leurs pouvoirs, préciser les pouvoirs du chef de Service de Sécurité de l'entreprise, et pour la question soulevée hier à propos de l'arbitrage entre les salariés et la direction elle devra avoir des pouvoirs étendus :

- ou bien avoir des pouvoirs souverains,
- ou bien faire un rapport au Ministre du Travail qui devra décider en dernier lieu.

Je voudrais que les amis discutent sur ce point-là.

M. ABIB : Le rôle du colloque n'est pas un rôle de décision, nous ne pouvons pas prendre ici la décision d'organiser sous telle ou telle forme cet organisme. Nous avons la possibilité de dire ce que nous pensons de cet organisme, mais il ne s'agira pas, pour nous, de tirer des conclusions. Nous pouvons avancer des propositions qui resteront à discuter.

M. BOUZAR : L'intervention de ABIB est excellente en ce sens que nous n'avons pas à prendre de décision, mais par contre, le Ministère du Travail et notre Centrale Syndicale en tireront les conclusions indispensables pour orienter leur action parallèle et leur action commune.

En ce qui concerne l'intervention du Dr ABED, je ferais une petite observation quant à la ligne de conduite à avoir dans notre action quotidienne et dans ce colloque : le réalisme. Il faut être réaliste et la première infraction à ce réalisme a été commise involontairement par le Dr ABED quand il dit qu'il faut exiger du chef de service de Sécurité une technicité certz ne doublée d'une représentativité. Quant à essayer de découvrir pour chaque entreprise de ce pays l'homme à la fois représentatif et technicien de la sécurité, c'est difficile, sinon impossible à réaliser tout au moins actuellement. On pourrait ajouter que le représentant élu qui serait doté des pouvoirs que nous essaierons de lui donner pourrait faire appel à tout spécialiste envoyé par la Centrale Syndicale, par le Ministère du Travail ou par l'Organisation de prévention à créer. En ce qui concerne la Commission Nationale, que suggère le Dr ABED, sa composition mérite d'être étudiée de très près, l'ébauche qu'il en a dressée est bonne. Quant au titre que doit prendre une telle organisation, si on veut lui donner des pouvoirs, on ne devrait pas l'appeler "Commission" : une commission est consultative, son rôle ne serait que celui de dégager certaines propositions à soumettre à un échelon plus élevé pour décision. Il faut envisager à l'échelle nationale un outil de travail qui permette à tous les

gens compétents de se retrouver et de décider rapidement l'action à entreprendre.

M. AZZI : Je voudrais donner mon opinion en ce qui concerne la compétence et la représentativité. Le Dr ABED a dit que les gens de l'Hygiène et de la Sécurité seraient élus par les travailleurs. Il faudrait demander à ce que ces représentants aient une certaine facilité d'assimilation et un embryon de compétence techniques dans ce domaine. Il faut les faire venir en stage pour qu'ils soient formés par un spécialiste faisant partie de ce conseil national ou de ce Comité National ou alors que des gens de bonne volonté et compétents veuillent bien dispenser des cours à ces gens-là, dans le cadre d'une école syndicale de l'U.G.T.A. ou dans un tout autre cadre, même dans le cadre du Ministère du Travail.

M. BRIKI : Le problème se pose d'abord dans la cellule de base de l'entreprise. Il faut d'abord traiter le problème là où le travailleur court les risques c'est à dire dans l'entreprise. Celui qui est le mieux placé pour connaître le risque, c'est le travailleur lui-même. C'est lui qui sentira la nécessité de se battre pour essayer d'obtenir le respect de la législation pour préserver sa vie et la vie de sa famille. Ce sont les travailleurs eux-mêmes qui sont intéressés par la création d'un Comité d'Hygiène et de Sécurité. Jusqu'à présent ces Comités sont presque inexistantes en Algérie, dans quelques grosses entreprises seulement (BERLIET, RENAULT etc..) des Comités d'Hygiène et de Sécurité fonctionnent dans de bonnes conditions. Là aussi, il faut se rappeler l'orientation du pays, à vocation socialiste, qui veut que les travailleurs gèrent eux-mêmes leurs entreprises. Nous nous sommes trouvés dans des entreprises où des présidents de Comités de Gestion, n'ayant jamais été formés à cela, mènent très bien leur entreprise. Il y a des ouvriers avec le C.E.P. qui, dans ce cas, obtiennent d'excellents résultats. En matière de sécurité aussi, il faut faire confiance aux travailleurs. Je ne suis pas d'accord avec M. BRETAGNON qui se réfère à une période où le travailleur ne pouvait pas jouer son rôle, où on avait en face de nous un patronat de combat dans un pays colonisé où toutes les possibilités sont pour le patron, y compris le coup de fil au gendarme pour faire arrêter le délégué qui l'embête un peu. Alors, il faut considérer notre nouvelle orientation et voir ce qu'on peut faire. Personnellement, je serais contre une nouvelle élection; le cycle d'élections doubles vaut en France où il y a pluralité de syndicats. Chez nous, l'unité syndicale existe, et le Comité d'Entreprise qui aura été élu aura l'assentiment de 80 à 90 % des travailleurs au moins, la démocratie aura donc joué et ce seront les meilleurs travailleurs qui seront élus au sein du Comité d'Entreprise. Si on décide que le responsable au Comité d'Hygiène et de Sécurité sera un membre du Comité d'Entreprise, on tiendra compte de la nécessité de nommer dans ce Comité d'Entreprise un frère capable de traiter ce problème. Même s'il n'y en a pas, on peut le former, c'est la tâche du Syndicat, du Ministère du Travail, de former les responsables à l'Hygiène et à la Sécurité. Ce responsable aura à présider une Commission d'Hygiène et de Sécurité constituée de travailleurs non élus, mais choisis parmi ceux qui sont les mieux placés pour défendre les intérêts des travailleurs en la matière. Les membres de cette commission devraient être recrutés parmi les divers services de l'entreprise parce que les travailleurs d'un service connaissent mal les difficultés de ceux des autres services.

L'essentiel, c'est de voir comment ce Comité va fonctionner à la base, et ensuite, de lui donner les prérogatives nécessaires. Il n'est pas nécessaire d'avoir un comité dont le rôle se borne à transmettre un rapport

à la direction et à l'Inspection du Travail et à se battre pour faire appliquer certaines lois. Car les Comités s'affrontent souvent à certains patrons qui eux aussi se réfèrent à la législation en disant qu'elle ne prévoit pas telle ou telle chose revendiquée. Le corps des Inspecteurs du Travail qui pourrait aider les Comités d'Hygiène et de Sécurité à faire adopter leurs résolutions, n'existe presque pas, c'est ce qui fait que les Comités existants ont tant de difficultés.

En ce qui concerne l'OPREBAT, si depuis 1962, cet organisme s'était adressé à l'U.G.T.A., on aurait pu lui donner des gens pour faire fonctionner normalement, car nous avons des responsables dans le bâtiment travaillant depuis 10, 12 ans d'ancienneté et qui connaissent bien les problèmes. Il est regrettable de constater que des organismes comme celui-là, avec des représentants de la période d'avant l'Indépendance, continuent à vivre en dehors des organisations syndicales, en dehors de la réalité actuelle, et qui, de temps en temps, nous disent : "depuis 1962 on n'a pas pu créer un organisme". Je trouve cela curieux car il y avait l'UNALBA, elle existe encore, il y avait un syndicat des travailleurs du bâtiment, il existe, moi, je crois qu'un tel organisme aurait lui aussi dû revivre. Parce qu'il faut dire que si on veut faire un état des accidents actuellement, je crois que le bâtiment serait en tête. On peut sortir d'ici et aller voir tous ensemble, on constatera que la sécurité n'existe pas dans le premier chantier du bâtiment qu'on rencontrera. Là aussi, on parle de délégués à la sécurité, je dis qu'il est possible d'en trouver. Dans les mines, le délégué à la sécurité actuellement fait son travail. Ce sont des camarades mineurs qui ont été élus et qui essaient de faire ce qu'ils peuvent avec l'aide que leur apportent les syndicats, en essayant de les former. Dans le bâtiment c'est un problème urgent, étant donné l'organisation actuelle.

En ce qui concerne l'organisme national, c'est un problème à étudier à l'échelle nationale; nous n'avons pas eu le temps de nous y pencher, c'est simplement cette campagne qui pose le problème.

Nos amis français nous disent qu'en France, ce Comité est paritaire, et en France, un pays capitaliste, le patronat a un certain poids. Je suis étonné que le Dr ABED ne propose qu'un seul représentant syndical pour 7 ou 8 autres, alors que nous nous battons pour que tous <sup>dans</sup> les organismes, le syndicat soit représenté au moins aux 2/3. C'est conforme à l'orientation politique du pays. De plus, le travailleur est le mieux placé pour poser les problèmes de prévention, et pour y trouver des solutions.

En ce qui concerne les rapports d'accidents du travail, il faudrait qu'ils soient centralisés, peut-être par l'Inspection du Travail, pour

permettre de tirer à partir des analyses et des statistiques des conclusions qui puissent orienter notre travail.

En ce qui concerne les maladies professionnelles, la lutte est inexistante et les risques sont nombreux. La première chose à faire en Algérie, c'est de dresser une liste des maladies professionnelles, ce qui permettrait au travailleur d'affirmer l'origine de sa maladie (maladie des travaux agricoles, du jasmin, du ver, etc...)

Voilà les problèmes et je pense que la formation peut être faite. Il ne suffit pas de former un représentant du Comité désigné par le Comité d'Entreprise, il faut une formation de masse. Le décret du 3 août 1963, complété par celui du 13.4.64., sur la formation professionnelle rendue obligatoire dans les entreprises, va nous permettre de poser ce problème de l'Hygiène et de la Sécurité. Il faudrait dès maintenant prévoir la participation du Ministère du Travail, à la commission qui s'occupe de cela au Commissariat à la Formation Professionnelle, pour poser, lors de l'examen de plans d'éducation dans les entreprises, le problème de l'inscription de l'Hygiène et de la Prévention, ce qui nous permettrait une formation immédiate puisque le plan doit être mis en application avant octobre.

M. ABIB : Avant de passer la parole au Dr ABED, je voudrais préciser sur un point notre position, en tant qu'U.G.T.A. J'ai vu que l'on a fait allusion dans l'ordre du jour à certains secteurs, secteur privé, secteur autogéré, secteur agricole. Pour nous, il ne pourra pas s'agir de textes différents pour chaque secteur, mais d'une même institution applicable dans tous les secteurs.

Dr ABED : Je me suis mal fait comprendre. Si je n'ai pas parlé des représentants ouvriers, c'est que c'est tellement évident, et tout le monde ici est au courant de la composition d'un Comité. J'ai voulu seulement attirer l'attention sur le rôle du chef de service de Sécurité, car, en France, il est souvent nommé par la Direction et n'a pas toujours la confiance des salariés. Je voudrais que le Chef du Service de Sécurité soit formé ici et que, dans l'entreprise, il forme des équipes de secours, de sauvetage, de tout ce qu'on veut. J'accepte les réserves qu'ont émis le frère BOUZAR et le frère AZZI. J'ai parlé de compétence technique certaine, j'ai été un peu loin, tout ce que je voudrais, c'est que parmi 2 ou 3 personnes qui ont la confiance de leurs camarades, on prenne les plus capables, ceci pour une question d'efficacité.

M. Dr HAKIMI : M. BRIKI a mis l'accent sur la préférence qui doit être assurée à l'élément ouvrier; c'est une évidence étant donné l'option adoptée par l'Algérie. Mais cette prépondérance étant située au niveau du Comité d'Entreprise, ne conviendrait-il pas alors qu'au Comité d'Hygiène et de Sécurité on entoure le représentant ouvrier d'autres personnes qui viendraient du secteur technique (ingénieur affecté à l'entreprise), social (assistante sociale), médical (représentant du médecin du travail). Je voudrais que l'on me précise ce point, la composition du Comité. J'avais cru comprendre que le Comité d'Hygiène et de Sécurité serait presque exclusivement de composition ouvrière, alors qu'il me semble que la gestion ouvrière se situe au niveau de l'entreprise, au niveau du Comité d'Entreprise. L'ouvrier doit être majoritaire pour ne pas dire totalitaire, quand il s'agit de gérer un service autonome, mais il me semble qu'au niveau du Comité d'Hygiène

et de Sécurité, il faut qu'il y ait des éléments variés à des titres divers et non seulement à titre ouvrier.

M. ABIB : Je pense qu'il faudrait apporter une précision; dans notre option, tous ceux qui se trouvent dans une entreprise sont, en puissance du moins, adhérents de l'U.G.T.A., je pense que dans une entreprise, il sera normal d'être adhérent de l'U.G.T.A., donc à ce moment-là, on ne peut pas parler des représentants du syndicat et des autres.

M. BRIKI : Je voudrais donner un exemple concret :

Je travaille dans une entreprise qui a un Comité d'Hygiène et de Sécurité présidé par un membre du Comité d'Entreprise. Mais, dans le Comité d'Hygiène et de Sécurité, s'il y a un représentant des travailleurs de chaque service, il y a aussi l'assistance sociale, le représentant du médecin, ou le médecin lui-même, un membre de la direction responsable à la sécurité. Les travailleurs sont majoritaires quand même, et les autres sont là en tant que techniciens. Mais les travailleurs proposent et ne décident pas. C'est là le problème. Dans beaucoup d'entreprises en France, l'expérience a montré qu'il se trouve tant de personnes en dehors des travailleurs, que ces derniers ne sont là que pour copie conforme, et tout ce qu'ils avancent est presque toujours rejeté. C'est là le problème. Pour nous, il faut donc qu'ils soient majoritaires dans cette Commission pour emporter les décisions.

M. BENAMARA parle au nom du Ministère de l'Agriculture :

Nous faisons nôtre, votre débat. Dans l'agriculture, le nombre d'accidents est relativement inférieur à ceux qui se produisent dans le bâtiment et dans l'industrie. Néanmoins par la proportion que constitue le travail agricole en Algérie, nous sommes au moins au même degré que vous, intéressés par la question. L'essentiel a été dit dans vos débats, en ce qui concerne la conception et le contrôle d'application de la réglementation en la matière. Pour le secteur agricole, même si nous réussissons à établir les meilleurs textes possibles, il se posera pour nous le problème de leur application et de leur contrôle, à cause du manque de cadres et de la dispersion du secteur agricole.

Pour rejoindre M. BRIKI, le meilleur moyen, tout au moins dans l'immédiat, de faire de la prévention, c'est bien d'intéresser le travailleur lui-même parce que cela le concerne directement. Il faut d'abord, si cela n'est déjà fait, restaurer la dignité du travailleur en tant qu'homme de classe, la classe la plus précieuse. C'est l'oeuvre des syndicats qui peut toucher très directement les travailleurs. Les Comités d'Entreprise c'est bien, mais on ne peut pas constituer des Comités d'Entreprise à l'échelle de chaque petite entreprise, et nous en avons beaucoup dans l'agriculture.

Par ailleurs, nous sommes en train de préparer des textes, établissant les responsabilités et prévoyant même des sanctions contre les responsables des accidents.

M. BOUZAR : Je pense à nos amis français qui pourraient avoir l'impression de divergences entre les points de vue du syndicat national U.G.T.A. et les points de vue des responsables soit du Ministère du Travail, soit d'autres secteurs publics. Je crois qu'il n'y en a pas quant à notre

orientation mais quant aux moyens de parvenir aux objectifs que nous nous sommes tracés, nous pouvons avoir bien sûr des conceptions différentes.

Je crois qu'en ce qui nous concerne en Algérie, l'objet de cette dernière partie du colloque, est d'essayer de trouver l'institution la plus adéquate possible, qui tiendrait compte, d'une part de ce qui n'a pu être fait en France (et la présence des camarades français qui ont eu l'expérience de ces institutions est pour nous d'un grand apport), et d'autre part, de la réalité algérienne, pour rejoindre le point de vue du réalisme qui était celui du Dr ABED.

Nous pourrions situer un peu mieux le débat en rappelant par exemple qu'en U.R.S.S., d'après une brochure qui m'est tombée sous la main, traitant de la protection du travailleur, il y a des institutions qui accordent bien sûr aux travailleurs la plus large gestion en ce qui concerne les assurances sociales, et le plus large contrôle dans le domaine de la protection du travail. Mais si ces institutions de base sont exclusivement syndicales, il en existe aussi de supérieures, non pas supérieures par la valeur, mais chargées de regrouper à l'échelle nationale toutes les actions faites à l'échelle régionale, locale et autre. Parmi ces institutions étatiques, on cite par exemple comme institution supérieure celle qui soutient l'action du syndicat à la base et, en particulier, accorde au syndicat qui le réclame une sanction contre le responsable d'un accident. Autrement dit, bien que la brochure n'aille pas plus loin (c'est une brochure de vulgarisation), je suppose qu'après enquête à la suite d'un accident du travail, un responsable ou plusieurs responsables doivent être retenus. Et je pense aussi qu'en U.R.S.S. puisque c'est une République de travailleurs, la responsabilité du travailleur est envisagée, à partir du moment où il a subi la formation, où vraiment il est en mesure de répondre à certaines exigences qu'on attend de lui et qu'il n'assure pas sa propre protection et surtout la protection de ceux qui travaillent avec lui. C'est une extrapolation que je me permets de faire, car je crois que c'est cela.

Pour traiter le problème en Algérie, certes il eut été intéressant de connaître également l'expérience Yougoslave, mais ce qu'on peut dire en tous cas, c'est qu'aucune institution ne peut être efficace dans l'absolu si la notion de responsabilité n'est pas bien définie, si d'une part on ne retient pas vraiment l'intervention de la base, l'intervention efficace dotée de moyens et de pouvoirs et si d'autre part, au sommet, (encore une fois, sans que le mot revête une signification particulière de hiérarchie mais plutôt de centralisation), on ne prend pas conscience de l'action qu'il convient de mener pour faciliter la tâche de la base et surtout la soutenir en lui apportant les moyens de coercition qui lui manquent, toutes les solutions sont vouées à l'échec. Vous serez tous d'accord avec moi pour reconnaître que dans ce domaine, l'échec coûte cher à tous et peut décourager les combattants de la prévention.

**M. CHERFAOUI :** Il est prévu dans l'ordre du jour d'étudier les institutions d'Hygiène et de Sécurité. Je pense qu'il est surtout nécessaire de réformer le Comité d'Entreprise et de le charger du problème Hygiène et Sécurité, car il faut éviter de multiplier les institutions à la base. Actuellement il y a pénurie de militants syndicalistes possédant une certaine technicité ou une qualification professionnelle, capables d'étudier des moyens de prévention. C'est pour cela que je parle de la réforme du Comité d'Entreprise. Dans le Comité d'Entreprise lui-même serait inclus un service ou petit groupe, ou quelques délégués seraient désignés pour s'occuper spécialement de l'Hygiène et de la Sécurité.

Quant à la Commission Nationale d'Hygiène et de Sécurité dont il était question tout à l'heure, ce n'est pas un problème urgent. Avant de penser à instituer une Commission Nationale d'Hygiène et de Sécurité qui pourrait amener dans notre système démocratique une certaine paralysie, il faudrait créer un organisme spécialisé dans les études et rechercher en prévention, qui pourrait doter les Comités d'Entreprises en films, brochures, etc... tout ce qui serait nécessaire pour mener une campagne efficace et continue.

Toujours dans le cadre de la réforme du Comité d'Entreprise, comme le disait BRIKI, grâce au décret sur la formation professionnelle, le problème de la formation élémentaire ne sera pas difficile à résoudre.

**M. BRETAGNON :** Vous avez mal interprété mon intervention quand j'ai demandé que les délégués soient élus, ce n'était pas pour créer la rivalité entre les syndicalistes, je sais que tout le monde est à l'U.G.T.A., mais c'était pour donner plus d'autorité aux délégués de l'U.G.T.A. auprès de la direction.

**M. LE TRON :** La discussion m'entraîne à faire quelques réflexions vraiment personnelles. Il m'a semblé qu'il y avait deux choses vraiment intéressantes. Au plan national c'est un terrain sur lequel, vraiment, on ne peut pas intervenir; reste le plan de l'entreprise. Les réflexions de M.M. BRIKI et CHERFAOUI convergent. Pour nous aussi, c'est l'essentiel, ce qui s'est dit au sujet de la désignation. Dans les entreprises où le syndicat est fort (C.G.T. ou C.F.D.T. peu importe), on constate qu'en fait, les représentants nommés au Comité d'Hygiène et de Sécurité le sont par les organisations syndicales, le Comité d'Entreprise ne fait qu'entériner une décision prise sur le plan syndical. C'est la meilleure façon, exactement comme pour les membres du Comité d'Entreprise : d'abord ils sont nommés par l'organisation syndicale et présentés sur des listes dans un certain ordre et le rôle du syndicat est très net, là où il fonctionne bien. Sur ce terrain, on est absolument d'accord avec vous, en ce sens que peut-être cette formalité qui est nécessaire chez nous du fait de la pluralité syndicale, n'a plus sa raison d'être ici. Deuxième point, à propos des rôles du Comité d'Hygiène et de Sécurité et du Comité d'Entreprise, je crois qu'il faut effectivement penser d'abord Comité d'Entreprise, et ensuite Comité d'Hygiène et de Sécurité.

On a coutume de distinguer des tâches particulières concernant les problèmes de revendications individuelles que pourraient assumer les délégués syndicaux et puis le rôle du Comité d'Entreprise qui se situe au niveau de l'uniformisation des travailleurs sur l'ensemble de la marche de l'entreprise. Je pense que c'est dans cette perspective qu'il faudrait inscrire des réformes - mais vous avez toute latitude pour me critiquer - en vue de la transformation du secteur privé en secteur autogéré. Dans le secteur privé, en effet, le Comité d'Entreprise est un lieu d'information, où on peut émettre des avis, la décision étant prise par le chef d'entreprise. Dans le secteur autogéré, le Comité d'Entreprise se transforme en Conseil de Gestion. Alors le Comité d'Hygiène et de Sécurité doit être une émanation du Comité d'Entreprise, chargée de l'information sur les problèmes de sécurité. Mais, que ce soit dans le privé ou dans le secteur autogéré, quand il y a une décision à prendre, c'est à dire un investissement à faire, il faut que ce soit la fonction économique qui prenne cette décision. Autrement, il y aurait une espèce de lutte continuelle autour des problèmes de sécurité. Il

faut donc que ce soit bien clair, que ce soit l'organisme ayant compétence économique qui prenne les décisions, même concernant l'Hygiène et la Sécurité. Mais il doit y avoir une commission qui pense les problèmes de Sécurité. Ce que je crois, et je ne suis pas d'accord avec le Dr WISNER qui parlait de choix, c'est qu'il faut considérer que la législation dont vous avez hérité, qui distingue les délégués du personnel, le Comité d'Entreprise, le Comité d'Hygiène et de Sécurité, ne représente en réalité qu'une succession de revendications satisfaites. Maintenant il faudrait globaliser le tout, éviter l'éparpillement et surtout les centres de décision, cela me paraît fondamental. A mon avis, le syndicat est là pour désigner et aussi pour former les militants à prendre des responsabilités. Voilà ce que j'avais à dire, j'espère que j'ai été suffisamment clair, c'est un domaine qui est difficile, mais la difficulté tient au contexte français où, entre les différentes institutions, on se demande toujours qui prend la décision en dernier ressort. Je suis favorable à l'idée de réformer d'abord le Comité d'Entreprise pour qu'il devienne une école d'éducation avec le syndicat qui coordonne, impulse et forme.

M. BOUZAR : Les suggestions de M. LE TRON sont bonnes. Seulement, je crois qu'il faut éviter que le centre de décision soit doté d'une compétence absolue. Je crois que dans le domaine de la prévention, il y a des décisions élémentaires urgentes qui doivent être prises avant d'attendre qu'un Comité d'Entreprise ou un Comité de Gestion - qui est l'appareil économique supérieur de l'entreprise - se réunisse. Quand il s'agit d'investissements importants engageant l'entreprise, il faut effectivement retenir cette suggestion; mais en ce qui concerne les dépenses immédiates, les urgences, je rejoins les camarades de l'U.G.T.A. dont je suis membre d'ailleurs depuis ses débuts avant même d'être inspecteur du travail.

Il faut donc que cet organe de base soit doté de pouvoirs réels. Nous nous sommes rendus compte, à l'Inspection du Travail, de la fragilité des pouvoirs mis à notre disposition. L'institution française de l'Inspection du Travail est assez évoluée par rapport à celle des autres pays capitalistes, mais ici en Algérie, lorsque l'inspecteur du travail tentait d'intervenir, lorsqu'il arrivait dans une entreprise, toute sortes d'humiliations l'attendaient et s'il parvenait à s'imposer, des interventions auprès du Gouvernement Général annulaient son action sur le terrain. Ajoutez à cela l'état d'esprit courant chez l'inspecteur européen, peu enclin à protéger le travailleur algérien et vous aurez un tableau assez réaliste de l'Inspection du Travail en Algérie avant l'Indépendance.

Par ailleurs, l'inspecteur ne trouvait pas à côté de lui, un appareil syndical organisé, ce bélier, qui doit permettre d'enfoncer les résistances rétrogrades.

Pour terminer, je voudrais dire qu'au sein de l'entreprise, quelle que soit sa forme, l'institution chargée d'organiser la prévention, a besoin à l'extérieur, d'un appui technique constant: cet appui pourrait être accordé par un organisme tel que celui dont le Ministère du Travail a décidé la création. Mais, pour la réussite de l'action, il faut une compréhension générale, une véritable prise de conscience nationale dans ce domaine.

Certains Ministères invités n'ont pas cru devoir envoyer des représentants à cet important colloque. Leur présence aurait pourtant permis de dégager, de l'activité propre à leur département, des problèmes qui auraient rejoint les nôtres et à la solution desquels nous nous serions attelés en commun. Nous espérons qu'à la prochaine campagne d'Hygiène et de Sécurité, nous aurons non seulement leur présence, mais leur soutien.

Dr WISNER : J'ai posé deux questions et bien que je n'aie pas reçu l'approbation générale pour la première, je relance la seconde : est-ce que ces Comités devraient être seulement d'Hygiène et Sécurité au sens traditionnel, ou est-ce qu'ils prendront en charge cet aspect de l'homme et en particulier de sa surcharge de travail qui peut se produire soit d'une façon globale, soit sur un point particulier ? Vous savez à quel point dans le domaine de l'augmentation de la productivité des entreprises et dans la construction d'un détail mécanique, ce problème peut se poser de façon aiguë, alors dans quelle mesure est-ce qu'on prévoit des attributions précises des gens qui ont à penser cette affaire ou dans quelle mesure cela rentre dans les attributions diffuses de tout le monde au Comité d'Entreprise et je dois dire que je crains que si c'est l'affaire de tout le monde, ce ne sera l'affaire de personne.

M. AZZI : Chez nous, il est peut-être possible que la création ou la réforme des Comités d'Hygiène et de Sécurité puisse donner au membre de cette commission qui présente plus d'aptitudes à la fonction par sa facilité d'assimilation et sa formation par des gens compétents - le travailleur lui-même - la tâche d'éviter la fatigue et l'accident du travail, dans l'industrie, et dans l'agriculture où, s'il n'y a pas beaucoup d'accidents, les conditions favorisent des accidents plus massifs comme les incendies de forêt.

Ces éléments viendraient passer un stage, où ils seraient instruits par le syndicat, ou le Ministère du Travail ou la Formation Professionnelle et surtout groupés selon leur genre de travail et instruits des responsabilités à assumer au sein de leur entreprise concernant la santé des travailleurs.

M. TANTY : Tous ces débats sont intéressants autant pour les camarades algériens que pour nous français, car les choses ne resteront pas statiques en France et nous rencontrerons des problèmes de même nature et déjà cela peut nous aider à penser à l'avenir. C'est pour cela que je me sens plus de liberté de participer aux travaux non pas pour vouloir m'imposer mais pour chercher un terrain, parce que je crois qu'entre militants qui combattent dans différents pays pour assurer la liberté de l'homme au travail, le choc des idées est efficace.

Aussi, je voudrais donner mon avis à propos de cette question : est-ce qu'il doit y avoir un Comité d'Hygiène et de Sécurité faisant partie intégrante du Comité d'Entreprise ou de ce qui en sera l'équivalent dans le secteur autogéré, ou bien est-ce qu'il doit y avoir quelque chose d'à part dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité ? Personnellement, je penche pour qu'il y ait quelque chose à part du Comité d'Entreprise et je vais vous en donner les raisons :

M. BRIKI parlait tout à l'heure du manque de militants. Je ne pense pas que vous ayez un manque de militants. Je pense que pour une période donnée, vous avez des travailleurs qui ne sont peut-être pas encore "dans le coup" pour la prise de leurs responsabilités, mais je crois que dans la masse des travailleurs il y a une volonté de faire quelque chose, et je crois que c'est cela l'essentiel. A partir de là - si on n'oublie pas l'esprit constructif des travailleurs que vous avez démontré depuis quelques années, et à la face du monde - à partir de là, le Comité d'Hygiène et de Sécurité, élu par les travailleurs, aura une fonction bien précise dans le cadre de l'entreprise : penser à ces problèmes d'hygiène et de

sécurité, et quand on doit penser à une chose, eh bien, on trouve plus facilement des solutions. Mais il y a plus. Cela aiderait à former des militants syndicalistes. Notre expérience des stages d'hygiène et de Sécurité nous l'a prouvé: non seulement nous formons les travailleurs sur l'hygiène et la sécurité, mais à travers cela, nous formons en même temps des militants syndicaux. Le problème d'hygiène et de sécurité est un problème de mouvement syndical aussi essentiel que les revendications de salaires. Par exemple, hier, à la conférence, j'ai revu un gas que j'avais connu 3 jours en stage à Marseille et il m'a dit que cela l'avait aidé à devenir militant. C'est positif, la formation des militants passe en effet par toute une série d'étapes, y compris l'activité au sein des Comités d'Hygiène et de Sécurité.

D'autre part, j'ai constaté que même dans certains pays socialistes, il peut y avoir des conflits sérieux avec le directeur d'une entreprise, car celui-ci pense avant tout à accomplir le plan, à élever la productivité et cela parfois au détriment de la sécurité et même de l'hygiène. Nous avons vu l'autre jour un responsable du secteur autogéré qui nous a dit au cours de la discussion "j'ai beaucoup d'autres choses à penser". C'est vrai, il y a beaucoup d'autres choses à penser dans une entreprise. Mais il y a aussi l'homme au travail à quoi il faut penser. Alors il est intéressant qu'à côté du Comité d'Entreprise ou du Comité de Gestion, il y ait un Comité d'Hygiène et de Sécurité qui pense à ces problèmes, qui soit là pour faire des suggestions, et parfois même pour faire la démonstration que tel ou tel système de protection, non seulement ne grèvera pas la production, mais permettra de l'améliorer ou de l'accroître.

Enfin, il y a la question des techniciens. C'est vrai qu'il peut y avoir des questions techniques à résoudre, mais elles peuvent souvent être résolues par les travailleurs eux-mêmes. D'abord si un travailleur pense à assurer les meilleures conditions de travail à ses camarades, il trouve des solutions, et encore plus si tout le monde y pense. Et puis, j'ai assisté à la recherche d'un système de protection sur une machine avec un ingénieur de la Sécurité Sociale. Eh bien, finalement, c'est le travailleur qui était sur la machine qui a trouvé le système. Parce que le travailleur connaît la machine dans son fonctionnement, tandis que l'ingénieur ne la connaît que de loin, dans son ensemble. Très souvent, c'est ainsi par un dialogue étroit entre la pratique et la technique qu'on peut trouver les meilleures solutions. Si le Comité d'Hygiène et de Sécurité était dilué dans le Comité d'Entreprise, celui-ci, je le crains, ne pourrait pas voir toutes ces choses. Les militants existent en puissance, ce n'est donc pas une histoire de manque de militants, parce que vous savez, j'en apprend plus ici dans la discussion avec vous que dans toutes les lectures que je peux faire parce que je crois que c'est le choc des idées essentielles qui rapproche les hommes.

Le Comité d'Hygiène et de Sécurité peut donc aider beaucoup dans l'Algérie nouvelle à la formation des cadres dont vous avez besoin.

M. BRIDIER : J'ai entendu dire qu'il y avait beaucoup moins d'accidents dans l'agriculture que dans l'industrie. Ce n'est pas vrai. Je citerai deux chiffres : en France, en 1963 : pour 10 millions de travailleurs dans l'industrie, il y a eu un peu plus de 2000 morts; pour à peine 1 million de salariés dans l'agriculture, il y a eu un peu plus de 500 morts; soit pour 10 fois moins de travailleurs, le quart d'accidents mortels. Le risque est donc plus grand. Les industries agricoles sont plus dangereuses, cela s'explique par la mécanisation, et ceci est valable en Algérie comme en

France, parce que le cultivateur passe directement de la charrue au tracteur; il achète un tracteur et il s'en va, car on ne demande pas de permis de conduire pour un tracteur, et évidemment cela entraîne des catastrophes.

M. BRIKI : On est revenu sur le problème du Comité d'Entreprise. Pour nous, on le voit très large, puisque le 2ème Congrès de l'U.G.T.A. a posé le problème de l'extension des pouvoirs du Comité d'Entreprise. Nous le voyons beaucoup plus large. Nous sommes d'accord avec la conception du camarade de la C.F.D.T., c'est le syndicat qui dirige tout ce qui se fait, c'est le syndicat qui désigne les délégués du personnel et la liste des candidats au Comité d'Entreprise. Le syndicat chapeaute le tout. Dans l'entreprise privée, l'U.G.T.A. propose les délégués du personnel, en autogestion elle présente la liste au conseil des travailleurs et ensuite forme des gestionnaires, donc on a beaucoup de travail et je crois qu'il est difficile d'avoir à former les personnes responsables des Comités d'Hygiène et de Sécurité; c'est pourquoi nous avons pensé que le Comité d'Entreprise était le mieux placé pour avoir au départ ces problèmes en main. Certes, il a beaucoup d'autres tâches, mais les frères auraient des difficultés avec un Comité d'Hygiène et de Sécurité isolé et le travail serait plus difficile, alors que si les responsables de l'hygiène et de la sécurité appartiennent au Comité d'Entreprise, ils devront leur faire un rapport mensuel et voir la réalisation.

Au point de vue de la responsabilité économique, je ne suis pas d'accord. Vous dites que c'est le patron qui va décider dans le privé. En Algérie, si on attend que le patron prenne les décisions, on se retrouvera dans les mêmes conditions deux ans après, parce que la législation ne prévoit pas ce qu'on peut exiger du patron. Il faudrait revoir la législation sur l'hygiène et la sécurité, et séparer les problèmes urgents de ceux qui doivent être traités sur le plan économique. Tenant compte du fait que ce sont des militants qui sont au Comité d'Entreprise, leur devoir sera de faire le maximum pour l'hygiène et la sécurité. Le devoir de l'U.G.T.A. est de faire que l'hygiène et la sécurité soit un fait dans l'entreprise, d'autant plus qu'on va vers de plus en plus d'autogestion. Les militants des conseils de travailleurs tiendront compte autant de la sauvegarde des travailleurs que de leur entreprise.

M. ABIB : Nous sommes allés au fond des choses, et avant de clôturer, je passe la parole à M. BOUZAR.

M. BOUZAR : Au nom du Ministère du Travail, je dis toute notre reconnaissance à nos amis français pour leur participation non seulement intellectuelle et technique mais aussi matérielle, à laquelle je veux rendre le plus grand hommage. Nous n'aurions jamais pu assumer la charge très lourde de la préparation de cette campagne sans eux et nous pouvons témoigner des efforts anonymes de certains amis français, en particulier pour le montage des expositions pour lequel ils ont dû travailler dans des conditions climatiques difficiles et de fatigue exceptionnelle, à Alger, Oran, Constantine et Ouargla. Certains ne nous accordent pas le plaisir de se joindre à la caravane officielle, nous le regrettons vivement.

Je demande à tous les participants au colloque d'adresser un triple ban à ces camarades dont le dévouement s'est révéilé exemplaire !

M. ABIB : Nous pouvons tirer les conclusions très générales du débat de ce matin. Nous avons mis l'accent sur la nécessité d'avoir des textes efficaces donnant des pouvoirs réels à cette base qui est la plus concernée. Chacun en ce qui le concerne a pu tirer les conclusions qui s'imposent. Nous nous sommes enrichis mutuellement. Je voudrais dire à nos amis français que leur contribution a été vraiment prépondérante et je demanderais de nous excuser de la tendance que nous avons eue à leur demander toujours les erreurs qu'ils ont commises, mais ceci pour éviter de les commettre nous-mêmes. C'est un grand service qu'ils nous rendent.

Merci aussi aux frères médecins algériens qui ont apporté leur contribution déterminante. Nous avons traité les problèmes d'hygiène et de sécurité dans leur ensemble, les résultats de ces travaux seront la base sérieuse à ce que nous aurons à effectuer dans l'ombre pour l'établissement de textes réels protégeant les travailleurs dans l'entreprise.

Je déclare donc clos ce colloque.

=====

En établissant ce compte-rendu, le Ministère du Travail s'est efforcé d'assurer une reproduction intégrale et fidèle des travaux du colloque. Cependant, pour des raisons techniques, il n'a pas toujours été possible de restituer entièrement le contenu de chacune des interventions. Nous espérons en tous cas n'avoir pas déformé la pensée des participants lorsque nous avons été amenés exceptionnellement à la résumer. Nous nous excusons à l'avance des omissions ou erreurs d'interprétation que nous aurions pu commettre involontairement.

Pour la Commission de préparation  
et pour le Bureau du colloque

Abdelkader BOUZAR

# ЭРГОНОМИКА

ТРУДЫ ВНИИТЭ

3





ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ  
Государственного комитета Совета Министров СССР  
по науке и технике

---

ТРУДЫ ВНИИТЭ

# ЭРГОНОМИКА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЦЕПТИВНОЙ И МНЕМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3

---

МОСКВА 1972

В сборнике публикуются результаты экспериментальных и теоретических исследований процессов приема и переработки информации человеком. Большое внимание уделено методической стороне исследований, особенно использованию ЭВМ на линии эксперимента. Результаты исследований уточняют существующие представления об информационном поиске, информационной подготовке процессов принятия решений.

Книга предназначена для специалистов в области исследования познавательной деятельности, а также для специалистов, разрабатывающих проблемы проективной эргономики и инженерной психологии.

Редколлегия: В.П. Зинченко (отв. редактор), А.Н. Леонтьев, В.М. Мунипов, А.М. Пашутин, Ю.К. Стрелков

Научный редактор А.И. Назаров

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящий выпуск включены преимущественно экспериментальные исследования зрительного восприятия и кратковременной памяти. В значительной части этих исследований применены новейшие технические средства: ЭВМ для предъявления информации наблюдателю, для хранения, обработки и выдачи регистрируемых параметров; телевизионная аппаратура в роли многоканального тахистоскопа, управляемого движениями глаз наблюдателя, и др. Использованы новые варианты предъявления изображений, стабилизированных относительно сетчатки глаза. Применение указанных средств исследования позволило реализовать некоторые принципы микроструктурного анализа познавательной деятельности. Цель такого анализа состоит в определении состава и иерархии функциональных блоков, с помощью которых осуществляются преобразования входной информации в зрительной и слуховой системах человека.

Публикуемые исследования могут рассматриваться как своего рода дополнение и обоснование ряда положений, изложенных ранее (см. "Эргономика: принципы и рекомендации", вып. 3, 1971, ВНИИТЭ). Определение качественных и количественных характеристик функциональных блоков, реализующих как репродуктивные, так и продуктивные преобразования входной информации, важно для понимания и организации процессов информационной подготовки решения, в частности процесса формирования оперативной образно-концептуальной модели проблемной ситуации. При анализе этих процессов важнейшее значение имеют изучение закономерностей перекодирования визуально предъявленной информации в вербальную форму, время хранения визуальной и вербальной информации, различные виды взаимодействия, в частности интерференция

между зрительными и слуховыми образами. Часть работ, публикуемых в сборнике, и посвящена выяснению этих вопросов.

Естественно, что исследования восприятия и памяти представляют и самостоятельный интерес, безотносительно к их служебной функции по отношению к процессам принятия решений.

В предлагаемой читателю книге дается анализ некоторых моделей кратковременной памяти, предложенных в самое последнее время, анализ эффектов маскировки (пара- и метаконтраста). Приводятся также новые данные, относящиеся к проблеме чувствительности и порогов в зрительной системе, в частности данные о флуктуациях чувствительности зрительной системы, вызываемых движениями глаз.

В этом выпуске, как и в предыдущих, публикуются работы, выполненные в отделе эргономики ВНИИТЭ, на кафедре психологии труда и инженерной психологии Московского университета, а также в некоторых других организациях, ведущих исследования по согласованной с ВНИИТЭ программе.

Отдел эргономики ВНИИТЭ выражает искреннюю признательность директору Института гигиены детей и подростков Академии медицинских наук СССР проф. Г.Н. Сердюковской и проф. Ю.М. Пратусевичу за предоставленную возможность проведения ряда исследований, публикуемых в сборнике, на экспериментальной базе института.

В. П. З и н ч е н к о

#### О МИКРОСТРУКТУРНОМ МЕТОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В современной психологии сосуществуют различные категории и концептуальные схемы, в рамках которых описывается познавательная деятельность. К ним относятся категории традиционной функциональной психологии (ощущение, внимание, память и другие психические функции), генетической психологии, нейропсихологии, а также категории относительно недавно сложившегося информационного подхода и др. Различные единицы анализа и недостаточно дифференцированное употребление их в научной психологической литературе неминуемо создают определенные препятствия и трудности понятийного, методологического и методического характера. Эти трудности имеются как в общей и экспериментальной психологии, так и в прикладных областях этой науки, в том числе в эргономике и инженерной психологии.

Преодоление указанных трудностей может идти, во-первых, путем отыскания универсальной концептуальной схемы, в рамках которой оказалось бы возможным описание такого сложного объекта исследования, каким является познавательная деятельность; во-вторых, путем четкого ограничения сферы использования и приложения каждой отдельной концептуальной схемы с указанием ее достоинств и недостатков применительно к тем или иным теоретическим или прикладным проблемам психологии. Второй путь нам представляется более перспективным. На отдельных примерах мы попытаемся показать, что различные концептуальные схемы обязаны своим происхождением новым задачам, возникающим перед психологической наукой.

В течение многих десятилетий детская и педагогическая психология использовала понятийный аппарат традиционной функциональной психологии. Это продолжалось до тех пор, пока в недрах детской психологии не зародилась методология генетического исследования. Сейчас стало очевидным, что наиболее интересные и продуктивные результаты в рамках детской и педагогической психологии были получены в области исследования закономерностей развития и формирования перцептивных, мнемических и умственных действий. Выделение действия в качестве основной единицы анализа познавательных процессов явилось бесспорным достижением психологической науки. Именно с этим связана постановка проблемы структуры познавательной деятельности в целом и структуры отдельных познавательных процессов. Особенно следует подчеркнуть, что понятие "действие" вошло или невольно было введено как антитеза понятию "реакция" (рефлекс).

Результаты генетических исследований познавательной деятельности в свою очередь оказали влияние на развитие общей и экспериментальной психологии, где также стираются границы между отдельными познавательными процессами. Сейчас уже стали привычными утверждения, встречающиеся в общей психологии, что все эти процессы взаимосвязаны и могут быть разделены лишь произвольными правилами, продиктованными соображениями временной целесообразности. Заметим, что эта временная целесообразность существует много столетий и что традиционная концептуальная схема познавательной деятельности и в настоящее время с большим или меньшим успехом используется в различных областях психологии.

Выделение предметной осмысленной деятельности и конституирующих ее действий, осуществляющихся либо во внешнем плане, либо во внутреннем, идеальном плане, в качестве центрального объекта психологического исследования представляло собой важный шаг в развитии не только общей психологии, но и ряда ее прикладных областей. Так, например, предмет и задачи инженерной психологии формулируются в терминах генетической концептуальной схемы. Кстати, и при ее становлении почти не использовались категории традиционной функциональной психологии. Это особенно заметно на современном этапе развития этой науки,

основной задачей которого является проектирование трудовой деятельности и одновременно ее внешних и внутренних средств<sup>к)</sup>. Подобная формулировка задач эргономики и инженерной психологии непосредственно связана с традицией психологической школы Д.С.Выготского - А.Н.Леонтьева, развивающей методологию генетического исследования, в частности, с идеями интериоризации и экстериоризации высших психических функций. Более того, опыт формирования новых видов человеческой деятельности, накопленный в инженерной психологии, дает убедительные доказательства многих положений теории, выдвинутой этой школой.

В рамках кибернетики при решении задач моделирования познавательных процессов, в частности задач эвристического программирования, возник информационный подход в изучении познавательной деятельности. При своем зарождении этот подход сулил очень многое, в том числе и возможность получения количественных оценок различных информационных процессов - пропускной способности каналов приема информации, информационной емкости памяти и т.п. Основным понятием информационного подхода стало понятие элементарной операции, но не в психологическом значении способа действия, а в техническом значении этого слова. Совершенно естественно, что концептуальная схема информационного подхода была также использована инженерной психологией, и многие исследования, выполненные в этой научной области, сделали его более конкретным и осязаемым.

Таким образом, современная инженерная психология использует как генетический, так и информационный подходы. (Следует сказать, что они оба представлены и в экспериментальной психологии). Но оба эти подхода, обладая определенными достоинствами, имеют и существенные изъяны. В итоге генетических исследований познавательной деятельности был намечен лишь ориентировочный состав операций и действий и отсутствовали количественные определения скорости и точности их осуществления, что серьезно осложняет использование полученных результатов в практических целях. Напротив, при информационном подходе, особенно на первых порах, фетишизировались количественные данные, однако отсутствовала сколько-нибудь достоверная психологическая квалификация иссле-

<sup>к)</sup> См.: "Эргономика: принципы и рекомендации". Вып. I, гл. I. М., 1970. (ВНИИТЭ).

дуремых процессов. Они интерпретировались в терминах кибернетических моделей сложных систем, обладающих поведением. Эти модели породили представление о сложном поведении как совокупности элементарных операций. Игнорирование других единиц анализа, а именно деятельности и действия, неизбежно привело к тому, что был введен постулат об аддитивности элементарных операций, и задача выявления структуры сложнейших психических образований предстала как задача сложения этих операций. Излишне добавлять, что каждая операция исследовалась отдельно, т.е., по существу, как самостоятельное действие. Следовательно, при информационном подходе не учитывалось наиболее ценное достижение генетического метода, а именно обнаружение взаимпереходов одних единиц в другие (например, действия в операции) в ходе развития деятельности, а соответственно, и возможные изменения структуры последней. Это обусловило невозможность использования в практических целях большого числа результатов различных измерений пропускной способности каналов, связывающих воспринимающую, решающую и реагирующую системы.

Сказанное не означает, что ориентация на количественные оценки информационных процессов была бесплодна. Эти оценки нужны для описания и моделирования процесса взаимодействия человека и автомата. Проблема состоит в том, насколько этим оценкам можно доверять и опираться на них при организации такого взаимодействия. Несмотря на отмеченные изъяны, разработку информационного подхода следует расценивать как шаг вперед и в теории психологии, и особенно — в экспериментальной психологии.

Для постановки проблемы проектирования внешних и внутренних средств трудовой деятельности оба подхода, как генетический, так и информационный, оказались полезными, однако для решения этой проблемы они недостаточны. Необходима разработка новой концептуальной схемы и, соответственно, новой методологии исследования познавательной деятельности.

Согласно разрабатываемой нами схеме, к числу внешних средств деятельности в современных системах управления относятся информационные модели, машинные алгоритмы и органы управления. На первых порах проектирование этих средств было основано на интуиции и на количественных данных, характеризующих возможности человека по приему и переработке информации и осуществлению управляющих воздействий, полученных в рамках информационного подхода.

Но даже когда речь шла об относительно простых функциях человека в системе, просчеты проектировщиков были довольно значительными и не достигалась ожидаемая эффективность проектируемых комплексов "человек — машина". Что касается более сложных функций, выполняемых, например, операторами человеко-машинных систем принятия решений, то при проектировании внешних средств для этого вида деятельности выяснилось, что неизвестен набор тех элементарных операций, количественные характеристики которых необходимо исследовать и учитывать. Иными словами, необходимость в количественных оценках сохранилась и, более того, многократно возросла, однако задачи стали осознаться и формулироваться либо в неопределенных терминах традиционной функциональной психологии, либо в терминах генетической концептуальной схемы.

С аналогичной ситуацией мы столкнулись при проектировании или, точнее, формировании внутренних средств сложной управляющей деятельности. К их числу относятся постоянные образно-концептуальные модели возможных проблемных ситуаций, приемы и схемы оперативного мышления и двигательные навыки. Ясно, что формирование таких средств невозможно без отчетливого представления о структуре познавательной деятельности. Но даже то многое, что известно об этой структуре из генетической и экспериментальной психологии, может быть использовано частично, так как известны лишь качественные характеристики отдельных познавательных действий.

Главное в инженерной психологии — это проектирование и формирование согласованных внешних и внутренних средств деятельности, установление количественно выраженного функционального соответствия между ними. Добиться этого можно лишь развивая более совершенную методологию, опирающуюся на наиболее значимые достижения информационного и генетического подходов. Таким образом, мы поставлены перед необходимостью синтеза обоих подходов, и это позволяет нам говорить об информационно-генетическом, а может быть, имея в виду проникновение в микроструктуру познавательной деятельности, о микроструктурном, генетическом подходе.

Результат объединения обоих подходов прежде всего должен выразиться в выработке некоторой новой шкалы элементов анализа познавательной деятельности, с помощью которой оказалось бы возможным, во-первых, охватить весь процесс в целом и, во-вто-

рых, составить максимально информативный перечень или алфавит преобразований входной информации, имеющийся (или формирующийся) в живой информационной системе. Несмотря на крайнюю заманчивость использования в качестве такой шкалы категорий генетической концептуальной схемы (деятельность, действие, операция) или категорий информационного подхода, это не представляется возможным. Более целесообразно использование понятия "функциональный блок" как некоторой структурной единицы алфавита преобразований входной информации с тем, чтобы в этом алфавите могла быть описана та или иная сложная функциональная система. Понятие блока следует использовать в строго функциональном смысле. В одних случаях функциональные блоки могут быть интерпретированы в категориях генетического исследования, в других — это преждевременно или невыполнимо. Такое отвлечение от психологических категорий анализа необходимо для выполнения аналитической задачи дробления иногда даже произвольно выбранных функциональных систем или сложных, составных психических образований на составляющие их функциональные блоки или на микроструктуры. На этом аналитическом этапе исследования должен быть использован весь арсенал новых средств экспериментального исследования (включая методы моделирования и проведения экспериментов с помощью ЭВМ), развитый в рамках информационного подхода.

В качестве примера следует привести перечень потенциально возможных функциональных блоков, участвующих в преобразовании информации на участке от входа зрительной системы до речевого воспроизведения. Эти функциональные блоки были обнаружены в ряде экспериментальных исследований, в том числе и в опубликованных в настоящей книге. К числу таких блоков относятся: 1) сенсорная память; 2) иконическая память; 3) сканирование; 4) буферная память узнавания; 5) формирователь программ моторных инструкций или программ экстерниоризации; 6) манипулятор невербализованными программами моторных инструкций; 7) блок семантической переработки невербализованной информации; 8) контроль и сличение преобразований, осуществленных в блоках (6) и (7) с иконической памятью; 9) повторение; 10) слуховая вербальная память; II) воспроизведение.

Легко видеть, что некоторые из перечисленных блоков выполняют репродуктивные функции, другие осуществляют продуктивные преобразования входной информации, направленные на приведение

ее к виду, пригодному для принятия решения, или на построение оперативной образно-концептуальной модели проблемной ситуации. Обращает на себя внимание, что переходу информации из одного блока в другой в ряде случаев соответствует и смена терминов, в которых субъект оперирует входной информацией. Естественно, что приведенный перечень функциональных блоков и в то же время уровней переработки информации является предварительным.

Вторым этапом, следующим за аналитическим исследованием, является синтез, в том числе и построение новых функциональных систем как внутренних средств деятельности. Сейчас ясно лишь одно, что при выполнении этой последней задачи необходимо будет использовать психологические категории и единицы анализа человеческого поведения (деятельность, действие, операция), в том их значении, которое было дано А.Н. Леонтьевым. Более того, придется учитывать и такие категории, как потребности, мотивы, цели и т.п. Иными словами, при решении задачи синтеза функциональных блоков или уровней переработки информации придется обратиться к генетическому методу исследования, в том числе и к формированию высших психических функций, но уже с некоторым новым арсеналом понятий и средств экспериментального исследования.

Материалы, публикуемые в настоящем сборнике, лишь частично иллюстрируют сказанное выше. Они относятся к аналитической части намеченной программы исследований. Однако имеющиеся в нашем распоряжении предварительные результаты микроструктурного анализа формирующихся функциональных систем свидетельствуют о перспективности рассмотренного метода исследования познавательной деятельности.

Автор благодарен А.Н. Леонтьеву и Г.Л. Смоляну за полезное обсуждение рассмотренных здесь вопросов.

Д. К. Стрелков

#### МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИНФОРМАЦИИ

Анализ психических процессов с позиций теории деятельности является одним из важнейших достижений советской психологии. Такой анализ в течение многих лет успешно применялся при исследовании психических процессов, требующих длительного времени, и позволил получить много важных и интересных результатов, касающихся операционной структуры действий, которые входят в различные виды деятельности. Примером могут служить исследования памяти, проводившиеся под руководством П.И.Зинченко и А.А.Смирнова, исследования восприятия и мышления, проводившиеся под руководством А.В.Запорожца и А.Н.Леонтьева.

Однако принцип деятельности и генетический метод долго не удавалось применить при анализе проблем, связанных с кратковременными процессами, а также тех психических явлений, которые интроспективно оцениваются как одномоментные (например, целостное симультанное восприятие, запоминание и непосредственное воспроизведение списка, величина которого не превышает 5-7 единиц, непосредственное усмотрение логических отношений в ситуации и т.д.). При исследовании этих явлений авторы ограничивались чисто внешним описанием их свойств (гештальт-теория восприятия и т.д.). Несомненно, такой поверхностный подход является следствием большой сложности кратковременных психических явлений. В настоящее время проблема анализа внутренних, субъективных причин этих явлений настоятельно требует своего решения.

Анализ одномоментных психических явлений с позиций теории деятельности стал возможен только в последнее время благодаря разработке новых методов исследования, предполагающих исполь-

зование точной аппаратуры (например, многоканальные тахистоскопы, управляемые ЭВМ). С помощью таких методов удается исследовать процессы, протекающие в течение десятых и даже сотых долей секунды.

Исследования кратковременных явлений широко развернулись в середине 50-х гг. в контексте проблем кратковременной памяти и механизмов преобразований информации. Исследователи ставили во главу угла выявление операционной структуры преобразований информации [7,9]. При этом сильно сказывалось влияние технической кибернетики и теории связи. Создание блок-схем, подобных блок-схемам программ ЭВМ, являлось как методом, так и конечным результатом исследований. Однако постепенно взгляд на роль кибернетики в психологии менялся, исследователи убеждались в том, что понятийный аппарат теории информации в психологии может применяться в ограниченных пределах. Это способствовало сосредоточению усилий на анализе чисто психологических особенностей исследуемых явлений.

Основательное обобщение первых шагов исследований механизма преобразований информации было сделано Д.Е.Бродбентом [7], а теоретические и экспериментальные достижения последних лет были проанализированы недавно Р.Н.Хейбером [9], который сформулировал принципы анализа кратковременных психических процессов. Основной принцип, выдвигаемый им, очень близок к принципу, на котором основывались работы советских психологов П.И.Зинченко, А.В.Запорожца, А.А.Смирнова: ни восприятие, ни мышление нельзя изучать отдельно от памяти не только теоретически, но и экспериментально. Не менее важным является и второй принцип, сформулированный Р.Н.Хейбером: кажущаяся непосредственность некоторых психических явлений означает не что иное, как невозможность интроспекции в короткие промежутки времени. Используя достаточно тонкие методы, можно "развернуть" эту кажущуюся непосредственность и показать, что она является результатом большого числа операций, каждая из которых требует для своей реализации определенного времени. Третий принцип заключается в следующем: время от начала предъявления последовательности стимулов до ответа делится на ряд интервалов, при этом предполагается, что каждый такой интервал есть время выполнения определенной операции. Затем на основе предварительного качественного анализа строится модель из блоков, каждый из

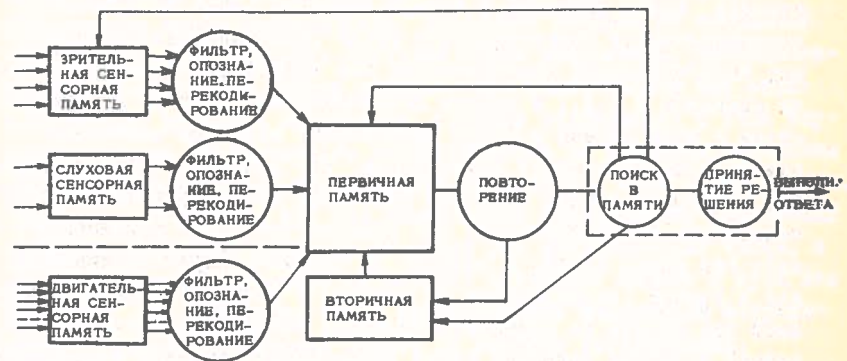
которых соответствует выделенной операции. Далее необходимо установить последовательность блоков и определить взаимосвязи между ними (например, обратные связи, параллельное расположение и т.д.). При этом выявляется корреляция между содержанием информации в различные моменты времени после начала предъявления стимулов и на разных уровнях исследуемого механизма.

Р.Н.Хейбер считает, что исследования, проводимые на основе указанных принципов, требуют строгого контроля экспериментальных условий, четкого выделения варьируемых переменных и нахождения таких условий, когда регистрируемая переменная в наибольшей степени зависит от исследуемой операции. Влияние остальных блоков минимизируется как путем строгой стабилизации внешних условий, так и посредством выбора определенных задач и материала для предъявления. При этом стабилизируется максимально возможное число переменных, а те, которые невозможно стабилизировать, вводятся в эксперимент в качестве независимых переменных. Степень влияния каждой такой переменной выявляется с помощью дисперсионного анализа. Однако теория деятельности предполагает не только обнаружение операций, но также и выявление действий, из которых возникают операции, определение отношения этих операций к цели, к мотиву деятельности, т.е. предполагает использование всех категорий деятельности. К сожалению, анализ операционной структуры осуществляется в большинстве случаев независимо от исследования мотивационной и целевой стороны деятельности.

В отечественной психологии исследование кратковременных психических явлений с точки зрения их операционной структуры началось сравнительно недавно и проводилось в основном в рамках проблем инженерной психологии, да и само понятие "операция" употреблялось не в психологическом, а в техническом смысле. Первые исследования, в которых рассматривались общепсихологические аспекты проблемы, были проведены Г.Г.Вучетич и В.П.Зинченко [1,4]. Использование ЭВМ и электролюминесцентных индикаторов позволило исследователям строго контролировать условия стимуляции (временные характеристики предъявления и содержание предъявляемого материала) и полностью регистрировать ответы испытуемого (ошибки и латентное время). В.П.Зинченко и Г.Г.Вучетич проводили исследования на разнообразном экспериментальном материале — одновременное и последовательное предъявление букв и цифр, в одном и в разных участках поля зрения, — предла-

гая испытуемым задачи, требующие довольно сложных преобразований информации (например, манипулирование материалом, смысловая обработка). Однако большое число преобразований, менее сложных, но также мало изученных, осталось вне рассмотрения (например, перекодирование и селекция информации при переводе ее из сенсорной памяти в первичную и др.).

В исследованиях автора, которые проводились под руководством В.П.Зинченко, предпринята попытка провести качественный и количественный анализ операций, посредством которых осуществляются восприятие, запоминание, воспроизведение, а также некоторые простые логические преобразования информации, например упорядочение. Анализ осуществляется в строго ограниченных условиях: последовательности цифр выбираются из множества 2-9, варьируются длина последовательности и интервал между предъявлениями двух соседних цифр, все цифры предъявляются в одном и том же месте поля зрения. Меняя задачу, можно исключить некоторые операции, а затем, сопоставив результаты, полученные при решении разных задач, построить операционную структуру исследуемого вида деятельности.



Структура преобразований информации в кратковременной памяти

Следует сказать несколько слов об общей модели, положенной в основу работы (см. рисунок). Прежде всего информация попадает в сенсорную память, где фиксируются энергетические и пространственные характеристики стимулов. Этот блок способен хранить практически всю предъявленную информацию в течение короткого



времени. Но только небольшая доля этой информации может быть перекодирована и помещена в первичную память. Таким образом, после сенсорной памяти следуют блок перекодирования и первичная память. За блоком первичной памяти расположен блок повторения, который позволяет время от времени проговаривать информацию вслух или про себя и тем самым удерживать ее в течение достаточно длительного времени. Затем следует блок ответа. В зависимости от поставленной задачи ответ может быть либо полным, либо частичным воспроизведением, либо односложным типа "нет - да" (задача на опознание). Связи между блоками, скорость работы каждого из них определяются задачей.

Ниже будет рассмотрен каждый блок в отдельности, а также указаны некоторые проблемы, связанные с изучением блоков.

#### Сенсорная память

В настоящее время получено много данных, доказывающих существование сенсорной (периферической, модальной) памяти, в которой фиксируются энергетические и пространственные характеристики стимулов. Обычно при рассмотрении памяти указывают ее емкость, время хранения и кривую стирания следа во времени, психологическую характеристику следа (фиксация непосредственных энергетических характеристик или хранение информации в виде символов и т.д.) и законы взаимодействия следов. В соответствии с этой схемой и будут рассмотрены свойства сенсорной памяти. Однако следует оговориться, что далеко не для всех типов сенсорной памяти выявлены указанные количественные и качественные характеристики. Это объясняется двумя причинами: либо они очень сложны и зависят от большого числа переменных, как в зрении (исследование их связано с большими трудностями), либо они просто не привлекли внимание исследователей. В дальнейшем наиболее подробно будут рассмотрены свойства зрительной сенсорной памяти, потому что все эксперименты, проведенные при участии автора (см. настоящий сборник), были основаны на зрительной стимуляции.

#### О существовании сенсорной памяти

С давних пор в психологии существует понятие сенсорного послеобраза или последствия - двигательного, слухового, зри-

тельного. Послеобраз сохраняется после прекращения действия стимула. Он обладает рядом свойств, которыми характеризуется сенсорный образ исходного стимула. Очень важным свойством послеобраза является невербализованность. Эти свойства положены в основу доказательства существования различных типов сенсорной памяти.

При исследовании двигательной сенсорной памяти была использована следующая методика, разработанная рядом авторов [9]. Испытуемому завязывали глаза и предлагали на ощупь определить и запомнить положение рычага, с тем чтобы через некоторое время, также вслепую, воспроизвести это положение. Так как предъявление осуществлялось невербально, а зрительный и слуховой анализаторы были изолированы, авторы имели основание предположить, что след сохранялся в двигательной памяти.

Обзор фактов, доказывающих существование слуховой сенсорной памяти, приводит М. Познер [9]. Из недавних работ можно назвать исследование, проведенное Д. Норманом [15]. На левое ухо испытуемому предъявлялся для запоминания ряд, состоящий из шести чисел. Одновременно на правое ухо ему предъявлялись односложные слова, каждое из которых он должен был повторить непосредственно после предъявления. Последнее условие не позволяло испытуемому вербализовать слуховой образ информации, предъявленной для запоминания. Таким образом, его ответ должен был отражать только ту часть информации, которая сохранилась в виде слухового образа. Тестирование осуществлялось по методике опознания либо немедленно после предъявления ряда чисел, либо через 20 сек. Результаты показали, что при немедленном тестировании испытуемый способен правильно опознать не менее 30% предъявленных чисел, а при отсроченном - процент правильных опознаний близок к нулю. Это означает, что небольшая часть предъявленной информации сохранилась в слуховой сенсорной памяти до момента тестирования.

Доказательства существования зрительной сенсорной памяти получены во многих исследованиях. Чаще всего приводятся результаты Дж. Сперлинга [9], который первый показал ее зависимость от до- и послеэкспозиционного поля, привел интроспективные доказательства ее существования. Неколько позже этот вопрос исследовался с другой стороны. В результате этих исследований были получены объективные доказательства существования зрительной сенсорной памяти. Так, утверждение о том, что информация,

предъявленная зрительно, сохраняется не в виде зрительных, а в виде слуховых следов, может быть опровергнуто экспериментом, в котором определяется модальность следа. Эксперимент проводится по следующей методике. Испытуемым предъявляют три группы стимулов; стимулы одной группы обладают зрительным сходством, другой — слуховым, третьей — не сходны ни по зрительным, ни по слуховым признакам; модальность следа определяется в зависимости от того, какая группа сильнее влияет на регистрируемую переменную. В качестве примера можно привести эксперимент М. Познера и В. Чейза [9]. Испытуемым предъявлялся набор букв и одиночная буква либо одновременно (зрительный поиск), либо с задержкой, равной 10 сек (поиск в памяти). Варьировались количество предъявляемых букв и тип сходства между ними и одиночной буквой (зрительное, слуховое сходство и отсутствие сходства). Оказалось, что при зрительном поиске и поиске в памяти время поиска одной буквы (время реакции, деленное на число букв, предъявленных одновременно) было наибольшим для зрительного сходства. Это означает, что след сохранялся в сенсорной зрительной памяти и одиночная буква сравнивалась с этим следом.

Проведенные эксперименты доказывают, что на периферии зрительной, слуховой, двигательной сенсорных систем (возможно, и других сенсорных систем) образы стимулов могут сохраняться в течение некоторого времени после окончания действия стимула.

#### Е м к о с т ь с е н с о р н о й п а м я т и

Дж. Сперлинг [9] с помощью метода частичного воспроизведения по постстимульной инструкции получил величину, равную 18 элементам. В.П. Зинченко и Н.Ю. Вергилес [3], применив метод подпорогового накопления яркости стимула, неподвижного относительно сетчатки, показали, что емкость может достигать 36 элементов, и высказали предположение, что сенсорная память может хранить практически любое количество информации. Емкость слуховой памяти достигает 12 элементов, для двигательной памяти емкость не установлена.

#### В р е м я х р а н е н и я с л е д а

По данным большинства авторов [9], в слуховой памяти след хранится 1-2 сек. Однако эта величина не остается постоянной по

ряду причин, наиболее важными из которых являются физические характеристики стимула и состояние воспринимающей системы. В двигательной памяти след хранится до 120 сек [9]. Закономерности изменения следа в зрительной памяти в зависимости от времени тщательно изучались в психофизике послеобраза. Установлено, что длительность следа определяется различными характеристиками стимула (яркостью, контрастом, длительностью предъявления), до- и послеэкспозиционного поля, а также самого субъекта — адаптацией, степенью утомления и т.д. Однако в психофизике основное внимание уделялось исследованию простых свойств послеобраза — длительности, яркости, числу фаз и др. Проблема сенсорной памяти появилась в рамках исследования механизма преобразований информации, где процессы сохранения следов анализировались с точки зрения информационных характеристик. Так, Дж. Сперлинг, определяя, как меняется читаемость следа в зрительной памяти во времени, установил, что она зависит от яркости до- и послеэкспозиционного поля: при светлом поле читаемость падает быстро и достигает нуля после 0,5 сек, а при темном падает медленнее и достигает нуля после 1 сек. Однако метод частичного воспроизведения является косвенным — о целом судят по воспроизведенной части. Оценка длительности читаемости следа в зрительной памяти, так же как и оценка ее емкости, еще ждет своего дальнейшего уточнения с помощью прямых методов.

Непосредственные методы измерения длительности следа применили недавно Р.Н. Хейбер и др. Один из методов, получивший название "как может верблюд пролезть в игольное ушко", заключается в следующем. Вертикальная щель, за которой расположен стимул, колеблется с переменной частотой. Испытуемому предлагается определить, какая фигура расположена позади щели. Период колебания, при котором испытуемый способен определить, какая фигура расположена позади щели, соответствует длительности следа. Другой метод аналогичен процедуре измерения частоты слития мельканий. Оба метода показали, что длительность хранения следа колеблется от 40 до 200 мсек.

Изменение яркости послеобраза происходит по экспоненте, что было показано в экспериментах П.П. Лазарева [5]. Модели, основанные на предположении об экспоненциальном законе, обычно дают достаточно точные предсказания. Так, предсказание об изменении яркости послеобраза в зависимости от длительности стимула

в условиях стабилизации было получено автором статьи с помощью простой математической модели. Другая модель, также основанная на предположении об экспоненциальном уменьшении яркости следа, дает результаты, совпадающие с результатами исследований М. Майэнера и др., в которых испытуемым предлагалось запомнить последовательности цифр, предъявляемых с большой скоростью (см. статью Д.К. Стрелкова и А.А. Файнлейба "Моделирование кратковременной памяти на ЭВМ" в настоящем сборнике).

#### Взаимодействие следов в зрительной памяти

Многие методы измерения длительности следа основаны на взаимодействии следов. Рассмотрим некоторые экспериментальные и теоретические исследования этого вопроса. В оригинальной работе Ч. Эриксона [9] был поставлен вопрос о том, при каком наибольшем времени между двумя стимулами, предъявляемыми последовательно, стимулы могут быть прочтены как единая структура. Испытуемым предъявляли два набора точек, которые в отдельности воспринимались как случайные, а при соответствующем наложении — как бессмысленная триграмма типа согласная-гласная-согласная (например, *von*). Результаты показали, что испытуемые правильно опознают триграммы при межстимульном интервале (МСИ), равном 75 мсек, а при большем МСИ они почти всегда воспринимают только отдельные наборы точек. Таким образом, восприятие триграммы возможно в силу того, что след первого стимула хранится одновременно со следом второго и суммируется с ним. Яркость следов такова, что испытуемый может объединить их в целостный образ и прочесть. Величину в 75 мсек можно рассматривать еще как границу длительности хранения следа в описанных экспериментальных условиях.

При взаимодействии следов в сенсорной памяти возникает один из важнейших эффектов, называемый маскировкой. При исследовании маскировки испытуемому предъявляется один или несколько тестовых стимулов (ТС), которые он должен назвать или опознать, и один или несколько маскирующих стимулов (МС). В случае предъявления ТС и МС в одном месте поля зрения возникают эффекты наложения следов. Если МС и ТС — одиночные стимулы, то эффекты наложения следов называют прямой и обратной маскировкой. Прямая

маскировка может происходить тогда, когда сначала предъявляется МС, а затем ТС, обратная — когда ТС предъявляется раньше, чем МС. Если МС и ТС предъявляются на разных участках поля зрения, то возникают эффекты последовательного стирания следов, которые называют эффектами пара- и метаконтраста (в случае предъявления одиночных МС и ТС). Эффекты прямой и обратной маскировки, пара- и метаконтраста изучены достаточно хорошо, а эффекты наложения следов и последовательного их стирания были открыты недавно и тщательно изучаются группой исследователей под руководством М. Майэнера [12].

В качестве ТС может использоваться либо пятно света, либо зрительная фигура. Исследование эффектов, возникающих в случае, когда МС и ТС являются пятнами света, проводится в рамках проблем психофизики, где ставится задача построения функций оумещения яркости ТС в различных условиях. Рассмотрение самих функций лежит вне задач данной работы, так как более важным для нас является анализ механизмов эффекта маскировки, который проводится обычно с позиций одной из двух теорий: теории суммации или теории прерывания.

Теория суммации обычно используется для объяснения эффектов, возникающих при взаимодействии световых пятен, и предполагает, что МС и ТС суммируются и при их последовательном предъявлении возникает такой же ответ, как и при одновременном. Ч.Эриксон применил теорию суммации для объяснения прямой и обратной маскировки и бинокулярных взаимодействий.

Теория прерывания обычно применяется для объяснения эффектов, которые наблюдаются при использовании в качестве ТС зрительной фигуры, а в качестве МС — либо вспышки света, либо некоторой зрительной структуры (чаще всего это случайный набор отрезков или точек — зрительный шум). Теория прерывания основана на предположении о том, что для нормального восприятия ТС необходимо определенное время, и если МС будет предъявлен раньше, процесс восприятия будет прерван. Одни авторы понимают под "нормальным восприятием" формирование, консолидацию следа в памяти, а другие считают, что след ТС формируется быстро, а МС препятствует его чтению [9]. Теория прерывания не объясняет эффекта прямой маскировки, даже если в приведенной формулировке вместо МС поставить ТС. Однако теория прерывания успешно применяется для объяснения обратной маскировки и не противоречит теории суммации, которая

с успехом используется для объяснения прямой маскировки. Следует также отметить, что ни одна из теорий не объясняет эффектов наложения следов и последовательного их стирания.

Для описания этих эффектов была предложена общая модель преобразования последовательно предъявляемой информации [12]. Согласно этой модели, последовательно предъявляемые зрительные стимулы сначала попадают в блок, называемый зрительным рецепторным механизмом, потом в зрительную кору, оттуда — в высшие центры (центральное хранение), а затем через механизм задержки в блок, называемый "субъективным зрительным опытом". Из этого блока информация по петле обратной связи, через блок повторения, может быть возвращена в центральное хранение. Каждому блоку модели поставлено в соответствие время обработки: в блок субъективного зрительного опыта информация попадает через 100–130 мсек после предъявления и обрабатывается там не менее 100 мсек. Стимулы, предъявленные последовательно в одном и том же месте поля зрения в течение 100 мсек, одновременно оказываются в блоке субъективного зрительного опыта и там взаимодействуют, так как одинаковое расположение стимулов в поле зрения соответствует одинаковому расположению в этом блоке. Интерференция стимулов определяется длительностью времени предъявления и МСИ.

Таким образом, информация прежде всего попадает в сенсорную память, которая имеется в каждой модальности и характеризуется большой емкостью и малым временем хранения следа. Без такой памяти не могли бы функционировать блоки, осуществляющие перекодирование, фильтрацию и отбор информации, рассмотрению которых посвящен следующий раздел статьи.

#### Перекодирование информации при переводе ее из сенсорной памяти в первичную

#### С к о р о с т ь п е р е к о д и р о в а н и я

Перекодирование информации из сенсорной памяти в первичную исследовал Дж. Сперлинг. Его работы дали сведения как о скорости перекодирования информации, так и о самом характере ее преобразований, обозначаемых термином "перекодирование".

Дж. Сперлинг повторил эксперимент Н.Бакста, несколько изменив условия маскировки: МС в виде зрительного шума (а не про-

сто вспышек света, как у Н. Бакста) предъявлялся в течение 120 мсек тотчас же после выключения ТС, а в некоторых экспериментах предшествовал ТС. В качестве ТС использовалась строка, содержащая 6–7 букв. Время предъявления ТС варьировалось от 5 до 65 мсек шагами по 10 мсек. Результаты Н.Бакста повторились: первые 3–4 буквы сканируются со скоростью 100 букв/сек, скорость сканирования последующих букв сильно уменьшается. Аналогичные результаты были получены и в других исследованиях. Так, Д. Мьюхорт и др. [13] предъявляли испытуемым две строки букв, по 8 в каждой, в течение 50, 125 или 200 мсек. Через 0; 75 или 125 мсек после выключения ТС предъявлялся МС в виде зрительного шума. Общее время перекодирования информации определялось как сумма времени ее предъявления и МСИ. Оказалось, что при времени перекодирования, равном 50 мсек, испытуемый воспроизводил в среднем от 3,83 до 5 букв, т.е. скорость достигала 100 букв/сек. Скорость перекодирования последующих букв не превышала 10 букв/сек.

Однако результаты измерения перекодирования, полученные по методике воспроизведения предъявленной информации, трудно интерпретировать однозначно, так как в них отражается влияние нагрузки на память. Последнее означает, что на точность ответа может влиять интерференция в первичной памяти, интерференция при воспроизведении и т.д. Таким образом, оценка скорости перекодирования, полученная по методике полного воспроизведения информации в экспериментах Дж. Сперлинга, а также Д.Мьюхорта и др., могла оказаться несколько заниженной.

Ч.Эриксен и Т.Спенсер [8] провели цикл исследований, в которых скорость переработки информации определялась по методике зрительного поиска, исключавшей нагрузку на память. Испытуемому последовательно предъявлялся ряд букв (от 3 до 9), расположенных по кругу, с тем чтобы все стимулы проецировались на участки сетчатки, имеющие одинаковую чувствительность. Предъявление осуществлялось с помощью девятипольного тахистоскопа. МСИ варьировался от 5 мсек до нескольких секунд. Время предъявления стимула для каждого испытуемого выбиралось индивидуально и в течение опыта не менялось, это время было небольшим — от 1,5 до 3 мсек. Испытуемый должен был определить, содержалась ли в ряду заданная буква. В таких условиях испытуемому не нужно было запоминать предъявленный ряд. Его ответ зависел только от того,

успевал ли он перекодировать буквы при данной скорости предъявления. Эксперименты показали, что и при МСИ, равном 5 мсек, испытуемые успешно обнаруживали заданную букву. По мнению авторов, это означает, что испытуемые успевали обрабатывать предъявленный ряд за 50-60 мсек, т.е. скорость перекодирования достигала 180 букв/сек. Однако методика зрительного поиска букв, предъявленных без маскировки, также имеет определенный недостаток: испытуемые могут анализировать след предъявленной буквы не только в течение МСИ, но и во время предъявления других букв ряда. Длительность следа в эксперименте не контролировалась, поэтому имеются основания для предположения о том, что оценка скорости перекодирования для ряда из 9 букв является завышенной.

#### Многоканальное перекодирование и буферная память

Как объясняют авторы полученные скорости перекодирования? Дж.Сперлинг в первых своих работах предположил, что после зрительной памяти располагается сканирующий механизм, который работает со скоростью 100 букв/сек. Испытуемый повторяет буквы, извлеченные из зрительной памяти, переводя их тем самым в первичную память (Дж. Сперлинг называет эту память слуховой), и сохраняет их там до воспроизведения. Однако сопоставление скорости сканирования и скорости повторения (последняя оказалась меньше в 10-13 раз) заставило Дж.Сперлинга [9] внести некоторые уточнения в модель преобразования информации. Между блоком сканирования и блоком повторения Дж.Сперлинг поместил блок, способный принимать информацию, поступающую с большой скоростью из сенсорной памяти. Этот блок также выполняет функцию опознания и формирования хранящихся в нем двигательных инструкций, реализуемых затем в буферной памяти, на которую маскировка не оказывает влияния. Дополнительные эксперименты навели Дж.Сперлинга на мысль о том, что в действительности ряд из 4 букв, предъявленных одновременно, обрабатывается не последовательно, а параллельно. Ощущение последовательного сканирования - это иллюзия, основанная на разнице скоростей нарастания ощущений яркости в различных точках сетчатки.

Тот факт, что число букв, обрабатываемых параллельно, не больше 4, позволяет сделать дополнительные предположения о строе-

нии и временном режиме работы буфера. По-видимому, буфер способен хранить не более 4 моторных инструкций, которые могут формироваться одновременно при условии, если они приходят по параллельным каналам (от разных точек сетчатки). Когда они приходят по одному каналу, скорость их формирования значительно меньше: 20 букв/сек или 50 мсек на букву. Эти предположения можно сделать на основании результатов работы М.Каца и др. [12]. В экспериментах, проведенных этой группой исследователей, испытуемому в одном и том же месте экрана электроннолучевой трубки, управляемой ЭВМ, предъявлялся ряд цифр, длина которого варьировалась от 2 до 7. Испытуемого просили воспроизвести ряд в прямом порядке. Оказалось, что для ряда из 2 цифр наименьшее значение МСИ, при котором процент правильных ответов по обеим цифрам не ниже 90, равно 50-80 мсек. Близкие цифры получены также в опытах, проведенных автором этой статьи. Таким образом, если информация приходит по одному каналу, одна двигательная инструкция возникает не раньше, чем через 50 мсек после предъявления стимула.

Однако эта оценка является приблизительной. Более точную оценку можно получить по методике поиска заданного сигнала в шуме, которая разработана автором статьи. Она аналогична методике Ч.Эриксона и Т.Спенсера. Отличие ее в том, что весь ряд предъявляется последовательно в одном и том же месте поля зрения. Предположение о существовании буферной памяти, способной принимать информацию, поступающую по параллельным каналам, позволяет объяснить и результаты Ч.Эриксона и Т.Спенсера. Несоответствие между числом параллельных каналов можно отнести за счет отмеченных методических недочетов экспериментов Ч.Эриксона и Т.Спенсера, Дж.Сперлинга и Д.Мьюртона и др.

#### Внутриmodalная селекция и фильтрация

При анализе результатов измерения скорости преобразования информации Ч.Эриксен и Т.Спенсер помимо гипотезы о параллельном кодировании предположили следующее. На уровне, предшествующем вербальному кодированию, располагается фильтрующий механизм, который задерживает несущественную информацию и отбирает информацию, необходимую для выполнения задачи. Из всей предъявленной

информации фильтры пропускают только небольшую часть, поэтому увеличение числа несущественных стимулов (в экспериментах Ч.Эриксона и Т.Спенсера - до 9) не оказывает влияния на нагрузку блока, осуществляющего кодирование отобранной информации. К этой гипотезе склоняются многие авторы [8,9].

Существование внутримодального фильтра в слуховой системе подтверждают данные, полученные Д.Бродбентом [7], который одним из первых предложил модель преобразования информации. Она содержит блок кратковременной памяти - результаты экспериментов Д.Бродбента по бинауральному прослушиванию позволяют отождествить этот блок с блоком сенсорной памяти, - за которым располагается фильтр, блоки повторения, долговременной памяти и ответа. Информация, накапливающаяся в параллельных каналах, проходит через фильтр, а затем следует по единственному каналу.

Идея фильтрации развивалась далее в работе А. Трейсман, которая предложила модель, содержащую фильтр и блок опознания, причем фильтр располагался до блока опознания. Дж.Дейч и Д.Дейч считают, что фильтр располагается в самом блоке опознания, но селекция предшествует сознательному восприятию. Совсем недавно Н.Морей [14] представил тщательно обоснованную модель многоуровневого механизма фильтрации, содержащую фильтрующие механизмы в каждой модальности. Несмотря на некоторые расхождения, все названные авторы сходятся на том, что обязательно происходит уменьшение числа каналов (сужение канала), что соответствует резкому уменьшению скорости передачи информации. Место сужения не остается постоянным и зависит от поставленной задачи.

Сам механизм внутримодальной фильтрации изучен мало, о нем известно лишь то, что он анализирует грубые физические характеристики стимулов и поверхностные вербальные характеристики. Эксперименты, в которых получены эти сведения, проводились в основном на слуховом материале. Так, А. Трейсман установила, что испытуемые могут сказать, каким голосом (мужским или женским) было предъявлено отфильтрованное сообщение, указать его интенсивность и т.д. Испытуемые реагируют на свое имя даже в том случае, если оно содержится среди прочей ненужной информации, но анализ вербальной информации остается поверхностным: фильтры этого уровня неспособны анализировать вербальный смысл сообщения. В. Барц и др. доказали это в эксперименте, где испытуемым предъявляли на оба уха части сложных слов, таких, как "фут - бол".

Если части сложных слов относятся к ненужной информации, испытуемые воспроизводят сначала все, что было предъявлено на одно ухо, а потом все, что было предъявлено на другое, но не объединяют части в сложные слова.

Таким образом, информация, извлеченная из сенсорной памяти, подвергается анализу и фильтрации. Отобранная информация перекодируется в вербальную (или акустическую) форму и помещается в первичную память [II].

#### О б р а з о в а н и е н о в ы х е д и н и ц и н ф о р м а ц и и

Одновременно с перекодированием в акустическую форму происходит другое преобразование информации: формируются новые единицы информации. В основе этого процесса лежит смысловая обработка материала [4]. При экспериментальных исследованиях этого процесса испытуемому предлагается некоторый способ организации материала; предложенный способ испытуемый должен либо заучить, либо актуализовать, если он им владеет. Организация материала может задаваться и с помощью пауз при последовательном предъявлении, и путем разбивки материала на отдельные группы в поле зрения [4, II]. Индикаторами субъективного процесса группировки служат либо временные характеристики воспроизведения (паузы между группами оказываются больше, чем между элементами, объединенными в группы), либо вероятность воспроизведения, сопоставленная с длительностью экспозиции. Процесс перекодирования в новые единицы обычно считается автоматическим, но его формирование требует большой тренировки. Если испытуемый сталкивается с непривычным материалом, он использует свой способ организации, который может оказаться неэффективным. После освоения эффективного способа результаты запоминания сильно возрастают. Так, В.П.Зинченко и Г.Г.Вучетич показали, что испытуемые, не имеющие навыка перекодирования из двоичной системы в восьмиричную, воспроизводят не более 7 нулей и единиц, а хорошо тренированные операторы - до 18. Особый случай представляют художники, которые используют свой, невербальный способ формирования новых единиц информации: структуру из нулей и единиц, предъявленных одновременно, они запоминают как картину, в которой нули представляют фигуру, а единицы - фон или наоборот. Дж. Миллер в течение дол-

того времени учил испытуемых перекодировать пятерки нулей и единиц из двоичной в десятичную систему и получил объем памяти, равный 40 нулям и единицам.

Следует также отметить, что новые единицы формируются при определенных условиях. Если длина предъявленного ряда не превышает 7-9 элементов, то последние просто переводятся в акустический код и запоминаются, а если больше, то испытуемый пытается сформировать новые единицы, однако это возможно не всегда. Так, в работе Г.Г.Вучетич, где ряды нулей и единиц предъявлялись последовательно в одном и том же месте поля зрения и варьировался МСИ, было показано, что хорошо тренированные операторы могут применить свой навык перекодирования только при определенных МСИ (не менее 300 мсек). В этой работе найдены также некоторые другие условия и показано, что исследования такого типа являются одним из путей выявления самого механизма формирования новых единиц.

#### Первичная память

##### Е м к о с т ь и в р е м я х р а н е н и я

После перекодирования в акустический код информация попадает в первичную память. В отличие от сенсорной памяти она имеет небольшую емкость ( $7 \pm 2$  элемента, по данным Дж.Миллера), но значительно большее время хранения (15-30 сек). Известно, что время хранения может быть больше, если испытуемый будет повторять информацию [11], поэтому при измерении времени хранения стараются исключить повторение, заполняя интервал какой-нибудь простой задачей. Так, Л.Петерсон и М.Петерсон предлагали испытуемым запомнить одну триграмму, а чтобы исключить повторение, просили вычитать число 3 из трехзначного числа. При появлении светового сигнала испытуемый должен был воспроизвести триграмму. Результаты показали, что с увеличением задержки предъявления светового сигнала от 3 до 18 сек ППО постепенно уменьшался от 80 до 10.

М. Гланцер и А. Куниц предъявляли испытуемым список из 15 слов и просили воспроизводить его независимо от порядка (свободное воспроизведение). Варьировалась задержка воспроизведения: 0; 10; 30 сек. Оказалось, что при нулевой отсрочке испытуемые лучше воспроизводят элементы списка, предъявленные последними

(обычно они стараются воспроизвести их прежде остальных - это приводит к возникновению эффекта недавности). При задержке, равной 10 сек, эффект недавности уменьшается, а при задержке в 30 сек совсем исчезает: ППО для элементов, предъявленных последними, снижается до уровня, который наблюдается при воспроизведении средних элементов ряда.

При объяснении полученных результатов авторы основывались на теории стирания следа, которое в первичной памяти происходит спонтанно, независимо от влияния другого материала. Однако этой теории часто противопоставляется теория интерференции, согласно которой ППО уменьшается под влиянием задачи, выполняемой в период сохранения следа, а спонтанного стирания следа не происходит.

В последнее время получены новые подтверждения теории интерференции. В одном из исследований Ю. Рейтман [6] повторила эксперименты Д. Петерсона и М. Петерсон, с той лишь разницей, что испытуемый не выполнял вычитание, а обнаруживал слабый тон, предъявленный на фоне белого шума. Задача обнаружения является довольно трудной, и это позволяет предположить, что испытуемые не повторяли информацию во время решения этой задачи (об этом же свидетельствуют и субъективные отчеты). Эксперименты показали, что при отсрочке в 15 сек вероятность правильного ответа почти не снижается по сравнению с немедленным воспроизведением. Учитывая возможность двойного объяснения, при измерении времени стирания следа стараются свести к минимуму интерферирующее влияние промежуточной задачи: основная и промежуточная задачи должны как можно больше отличаться по характеру материала, последняя должна быть как можно проще и т.д. Стабильность получаемой величины (15-30 сек), так же как и тот факт, что ППО изменяется в течение этого времени постепенно от максимума до нуля, свидетельствует в пользу теории стирания.

##### В з а и м о д е й с т в и е с л е д о в

К настоящему времени накоплено достаточно много данных, позволяющих подробно рассмотреть вопрос о взаимодействии следов в первичной памяти. Эти данные распадаются на две большие группы: о влиянии материала, предъявленного до основного ряда, и о влиянии материала, предъявленного после.

1. Влияние материала, предъявленного раньше основного ряда (или влияние элементов ряда, предъявленных раньше критического), обычно бывает отрицательным и называется проактивным торможением. В. Уикельгрэн [II] показал, что на воспроизведение данного элемента могут влиять до 4 предыдущих элементов. Это влияние приводит к ошибкам акустического смещения и смещения по формальным признакам, а также к ошибкам семантического смещения [9, II]. При выяснении природы проактивного торможения авторы исходят либо из теории стирания, либо из теории интерференции. Хотя обычно эти теории противопоставляются, в данном случае они приводят к общему выводу: проактивное торможение является результатом соревнования следов во время воспроизведения. Однако усиление соревнования разные теории объясняют по-разному. Теория стирания предполагает, что стирание следов затрудняет различение сходных следов, теория интерференции предполагает одно из двух решений: либо правильный след угасает под действием промежуточной активности, либо соревнующиеся ответы, заторможенные во время предъявления, в период воспроизведения спонтанно восстанавливаются.

2. Влияние материала, предъявленного после основного ряда (ретроактивное торможение). Об этом влиянии уже упоминалось при рассмотрении экспериментов по измерению времени хранения следа. Это влияние проявляется двойко [9]: во-первых, предъявление дополнительного материала делает невозможным повторение основного материала и способствует его забыванию; во-вторых, возникают ошибки смещения следов по акустическим признакам. Ошибок смещения по другим признакам либо совсем не наблюдалось, либо они были очень незначительными. Так, Т. Кеннеди показал, что ни увеличение числа одинаковых признаков, ни увеличение числа элементов общего класса не приводит к увеличению ретроактивного торможения. Х. Дейл и М. Грегори исследовали влияние формального и семантического сходства элементов при ретроактивном торможении и установили, что это влияние очень незначительно.

Особого внимания заслуживает зависимость вероятности воспроизведения от трудности задачи, решаемой в промежутке между предъявлением основного материала и его воспроизведением. Известно, что обратный счет ухудшает воспроизведение списка бессмысленных слов, а длительное деление еще больше препятствует воспроизведению. Влияние трудности промежуточной задачи было

тщательно изучено в эксперименте М. Познера и Э. Росмена [II], которые предъявляли испытуемым основной ряд из 8 цифр, потом просили выполнить задачу на преобразование, а затем воспроизвести предъявленный ряд. Преобразование осуществлялось над 0, 1, 2, 3 парами цифр основного ряда, но среди них никогда не было первой пары (она была критической при оценке воспроизведений).

Преобразование характеризовалось четырьмя степенями сложности: от наиболее простого – перестановки (написать пару цифр в обратном порядке) – через менее сложные (сложить цифры в паре и записать сумму) и двубитовую классификацию (определить, образует ли пара цифр число меньше 50 или нет) до наиболее сложного – однобитовой классификации (записать А, если пара цифр больше заданного числа и нечетна или меньше и четна; в противном случае записать В). Градация по трудности производилась в зависимости от степени редукции информации, которую требовалось осуществить. Известно, что перестановка не приводит к редукции информации, а однобитовая классификация требует максимальной редукции. Результаты полностью основывались на анализе воспроизведения первой пары цифр, которая воспроизводилась первой. Таким образом, с первой парой испытуемые во всех условиях обращались одинаково, и все экспериментальные условия различались только характером преобразований и их числом. Результаты показали, что число ошибок возрастает как с увеличением числа преобразований, так и с увеличением их сложности.

При объяснении результатов авторы М. Познер и Э. Росмен исходили из предположения о том, что повторению доступна только ограниченная часть поступившей информации. Чем большую часть занимает промежуточная задача, тем больше вероятность забывания. Вероятность воспроизведения информации зависит также от степени новизны интерферирующего материала. В исследовании других авторов [II] было показано, что новый, неожиданный элемент, требующий сложной обработки, способствует ухудшению воспроизведения основного материала, а предъявление высоковероятного элемента – его улучшению.

Таким образом, вероятность воспроизведения материала из первичной памяти зависит от различных характеристик материала, предъявленного до и после основного ряда стимулов, а также от трудности интерферирующей задачи.



## Повторение

В 1963 г. Дж. Сперлинг отметил, что проблема повторения в основном не исследовалась. За прошедшие восемь лет проблема привлекла широкое внимание и была исследована во многих работах. К настоящему времени установлено, что с помощью повторения субъект осуществляет контроль над информацией, содержащейся в первичной памяти [6]. Через посредство функционального блока повторения субъект определяет судьбу этой информации: либо она остается в первичной памяти для сохранения в течение небольшого срока, либо она будет передана в долговременную (или вторичную) память, либо она выйдет в блок ответа. В одной из последних статей Д. Канеман и П. Райт следующим образом резюмируют результаты исследований функций, которые выполняет повторение [10].

"1. Повторение способствует циркуляции сохраняемых элементов внутри кратковременной памяти и тем самым более длительному их сохранению.

2. Повторение короткой группы элементов уменьшает зависимость воспроизведения от интерферирующей активности. Это соответствует положению о том, что повторение способствует переходу информации в долговременную память.

3. Активное повторение можно считать подготовительной фазой ответа, подобно театральной репетиции. Во время повторения формируется способ группировки материалов, используемый при воспроизведении, повторение позволяет уменьшить число элементов, сохраняемых в первичной памяти".

В ряде исследований показано, как влияют на повторение различные экспериментальные условия — длина предъявляемого списка, отсрочка воспроизведения, скорость предъявления:

а) если короткий список слов, не превышающий объема памяти, предъявляется со скоростью 1–2 слов/сек, то при инструкции о немедленном воспроизведении испытуемому нет необходимости его повторять; если список превышает объем первичной памяти, то повторение необходимо: здесь оно выполняет функцию удержания информации в первичной памяти;

б) отсрочка воспроизведения, даже при небольшой длине списка, делает необходимым повторение, которое способствует здесь переводу информации в долговременную память;

в) скорость предъявления определяет место повторения в деятельности испытуемого: при МСИ от 60 до 140 мсек испытуемые, получившие задачу полностью воспроизвести предъявленный список (длина его не превышает объема первичной памяти), быстро повторяют его, а потом воспроизводят (см. статью Ю.К. Стрелкова и Е.И. Шлягиной в настоящем сборнике). При увеличении МСИ от 180 до 300 мсек поведение испытуемого меняется: он повторяет предъявленный элемент последовательности во время МСИ (иногда это происходит и во время предъявления следующего элемента), а затем воспроизводит весь ряд. Таким образом, при большой скорости предъявления особенно важны первая и третья функции повторения: удержание в первичной памяти и репетиция ответа. В исследовании М. Корбалиса также получены данные о том, что перед ответом испытуемые стараются хотя бы один раз полностью прорепетировать его. По мере того, как скорость предъявления уменьшается, необходимость репетировать ответ исчезает, остается только функция удержания в первичной памяти.

Р. Аткинсон и Р. Шифрин провели большой цикл исследований функций повторения, на основании чего они построили модель кратковременной памяти, в которой основную роль играет блок повторения. Согласно модели, испытуемый перед опытом настраивает буфер повторения, который может содержать только определенное число элементов. В начале каждой пробы буфер пуст. По мере предъявления он наполняется. Когда предъявляется новый элемент при полном буфере, он замечает один из элементов, содержащихся в буфере. Какой именно элемент замечается, определяется рядом психологических факторов, но модель основана на предположении о случайном замещении. В условиях свободного воспроизведения элементы, которые продолжают повторяться во время предъявления последнего стимула, воспроизводятся немедленно. Так как они в это время еще содержатся в буфере повторения, то процент их воспроизведения высок, — так модель объясняет эффект недавности.

Переход информации во вторичную память зависит от того, сколько времени элемент пробыл в буфере повторения. Так как первые элементы попадают в пустой буфер повторения, они больше повторяются и поэтому лучше воспроизводятся (эффект первичности). Кривая зависимости ППО от позиции стимула в предъявленном ряду при свободном воспроизведении имеет //-образную форму: ППО для

элементов, предъявленных первыми, высок (эффект первичности), так же как для элементов, предъявленных последними (эффект недавности). Таким образом, модель, предложенная Р.Аткинсоном и Р.Шифриным, объясняет эффекты первичности, недавности, зависимость воспроизведения от длины ряда и скорости предъявления (для больших рядов - от 10 до 40 элементов и для больших скоростей - не более 3 элемент/сек).

Математические уравнения, описывающие работу модели в различных условиях, позволяют хорошо аппроксимировать экспериментальные данные. Модель дает также ряд предсказаний формы кривых, которые подтвердились в последующих экспериментах. Так, если, согласно модели, разделить испытуемых на две группы и одну группу просить повторять в течение МСИ только один предъявленный элемент (последний), а другую - три последних элемента, то во втором случае запоминание первых элементов должно быть лучше, так как они повторяются большее число раз (в первом случае эффект первичности отсутствует, так как первые элементы повторяются столько же раз, сколько и средние). Эксперименты подтвердили предсказания модели.

Измерения скорости повторения производились раньше интроспективными методами. Это обусловлено исключительной субъективностью повторения: испытуемым предлагали повторять предъявляемый ряд стимулов про себя и регистрировать время повторения с помощью секундомера. Величина, полученная в этих экспериментах, равна 3-10 элементам в секунду. Однако скорость повторения, несомненно, зависит от условий эксперимента. Если испытуемому предлагается воспроизвести длинный ряд в прямом порядке, то лучший способ запомнить это - повторять элементы, начиная с первого, увеличивая число повторяемых элементов после предъявления каждого очередного элемента. При неизменной скорости предъявления такая стратегия должна привести к увеличению скорости повторения. Д.Канеман и др. получили подтверждение этого положения, используя для оценки интенсивности повторения метод измерения диаметра зрачка. Несомненно, скорость повторения зависит также от скорости предъявления и от характера материала, однако этот вопрос еще требует своего дальнейшего изучения. В настоящее время ясно, что скорость повторения является важнейшей его характеристикой.

## Функциональный блок ответа

### В о с с т а н о в л е н и е

Термином "функциональный блок ответа" обозначаются здесь операции, включающие восстановление следа в памяти, принятие решения на основе некоторого критерия и собственно ответ (называние стимула при воспроизведении или ответ типа "да" - "нет" при опознании и т.д.).

При опознании восстановление тривиально, оно сводится к сравнению наличного стимула или его следа со следами стимулов, хранящихся в памяти (сенсорной, первичной или вторичной). Исследование преобразований информации, осуществляемых при опознании, проводил С.Штернберг в ряде работ начиная с 1963 г. [9]. Он поставил под сомнение предположение о том, что в кратковременной памяти следы легко доступны для воспроизведения и что проблема восстановления поэтому снимается. С.Штернберг предположил, что и в указанной ситуации испытуемый осуществляет выбор и поиски в памяти и что свидетельством этого могут служить результаты измерения времени реакции. С.Штернберг предлагал своим испытуемым запоминать короткие ряды цифр (от 0 до 9), а затем по предъявлении одиночной цифры определить, содержалась ли эта цифра в предъявленном ряду (его длина варьировалась от 1 до 6). Время реакции отсчитывалось от момента включения тестового стимула. Оказалось, что изменение времени реакции  $T$  в зависимости от длины ряда  $M$  достаточно хорошо описывается уравнением  $T = t_1 + t_2 M$ , где  $t_1$  - суммарное время кодирования и выбора ответа, равное 397,2 мсек, а  $t_2$  - среднее время, необходимое для сравнения нового стимула со старым, равное 37,9 мсек (эти цифры получены при постоянных значениях частоты положительных и отрицательных ответов).

В другом эксперименте С.Штернберг исследовал зависимость времени поиска от неопределенности тестового стимула и ответа. Эксперимент состоял из трех частей. В каждой части длина ряда оставалась постоянной, неизменным оставался и набор стимулов, на которые испытуемый должен был дать положительный ответ. Цифры, содержащиеся в этом наборе, сообщались испытуемому перед опытом (положительное множество). Испытуемый знал, что в каждой пробе в качестве тестового стимула могла появиться любая цифра

от 0 до 9. В первой части эксперимента испытуемые работали с набором из одной цифры, в другой - из двух, в третьей - из четырех. Множества не пересекались, и их состав у разных испытуемых менялся. Неопределенность стимула и ответа оставалась постоянной во всех частях эксперимента. Это достигалось путем специального построения популяций тестовых стимулов. Оказалось, что результаты второго эксперимента можно аппроксимировать с помощью того же уравнения (при небольшом различии постоянных). Линейность этого уравнения означает, что поиск в памяти осуществляется последовательно со скоростью 25-30 знак/сек. Так как данное уравнение описывает результаты положительных и отрицательных ответов, то в обоих случаях поиск в памяти осуществляется исчерпывающим образом, а не прекращается при нахождении нужного элемента. Если бы поиск положительных ответов был самооканчивающимся, т.е. прекращался после нахождения нужного элемента, то наклон кривой положительных ответов должен был бы быть вдвое ниже, так как среднее число сравнений равнялось бы не  $M$ , а  $\frac{M-1}{2}$ .

Модель процесса сканирования была развита в дальнейших работах С.Штернберга и в работах других исследователей. Было показано, что скорость сканирования зависит от характера материала и может меняться от 30 до 100 букв/сек. Проводились исследования с целью уточнения условий, при которых имеет место линейная зависимость, обнаруженная С.Штернбергом. Так, Дж.Тейос и др. [16] предположили, что в экспериментах С.Штернберга не были разделены два эффекта: эффект длины множества в памяти (увеличение времени реакции с увеличением длины ряда  $M$ ) и эффект вероятности стимула. Согласно закону Р.Хаймена, увеличение логарифма вероятности стимула приводит к уменьшению времени реакции.

Эксперименты, проведенные Дж.Тейосом и др., подтвердили это предположение и в модель поиска, предложенную С.Штернбергом, позволили внести следующее изменение: поиск является самооканчивающимся, но память организована так, что в ней хранятся закодированные представления всех возможных стимулов - не только положительных, но и отрицательных - вместе с кодами ответов. Память, согласно модели Дж.Тейоса и др., представляет собой иерархическое образование, где коды множества возможных стимулов меняются местами от пробы к пробе и упорядочиваются на

основе частоты и недавности предъявления. Коды более частых или недавних событий с большей вероятностью располагаются наверху этой иерархии, что способствует уменьшению времени их поиска. Важное отличие этой модели от модели Штернберга заключается в том, что содержание и упорядочение памяти определяется не инструкцией, а последовательностью внешних событий. Такая модель позволяет объяснить зависимость времени реакции от вероятности стимула и от последовательности стимулов, а модель С.Штернберга, основанная на предположении об исчерпывающем поиске, не может объяснить ни один из этих факторов.

Таким образом, процессы восстановления следов в кратковременной памяти в задачах на опознание изучены достаточно хорошо, достигнуты определенные успехи в обнаружении как качественных, так и количественных закономерностей этих процессов. Что касается восстановления при воспроизведении из кратковременной памяти, то о нем известно очень мало. В.Кинч приводит некоторые результаты исследований восстановления при воспроизведении из долговременной памяти. Как характер этого процесса, так и его временные особенности зависят от организации материала при запоминании. В экспериментах с кратковременным запоминанием, где обычно используется достаточно простой материал, система операций по организации материала формируется в течение тренировочных проб и в основном используется в готовом, неизменном виде при запоминании и при восстановлении. Но сама эта система остается пока невыявленной.

#### П р и н я т и е р е ш е н и й

При опознании и при воспроизведении принятие решений осуществляется на основе степени знакомости материала, которая служит критерием решения: если степень знакомости ниже некоторой критической величины, элемент будет опознан как новый, в противном случае он будет считаться старым.

Принятие решений при воспроизведении изучено еще меньше, чем при опознании, хотя этот вопрос интересовал психологов с давних пор. Так, Г.Мюллер считал, что воспроизведение - это двухэтапный процесс: сначала происходит восстановление следов, а потом принимается решение. Критерием здесь также служит степень знакомости материала. Работу механизма решения можно наблю-

дать только тогда, когда случаются ошибки [II]. Например, Дж. Браун провел эксперимент, в котором испытуемые в случае ошибки должны были повторно воспроизвести предъявленный список слов (всего 21 слово). Испытуемым предоставляли три попытки воспроизведения и просили указать, насколько они уверены в правильности ответа. Эксперименты показали следующее. Если испытуемый делал ошибку при первой попытке, то при второй попытке его уверенность увеличивалась. При этом испытуемые почти в половине случаев давали правильные ответы при второй попытке. Если при второй попытке уверенность испытуемого уменьшалась, ППО уменьшался до 13. Некоторые ответы испытуемые считали "вероятно, правильными". Когда им говорили, что один из этих ответов является неправильным, уверенность испытуемого в правильности остальных возможных ответов возрастала.

Как испытуемый выбирает один из ряда возможных ответов при воспроизведении? По мнению В. Кинча, этот процесс подобен выбору ответа из множества альтернатив при опознании. Для каждой неявной альтернативы ответа имеется связанная с ней степень знакомости материала, на основе которой испытуемый принимает решение. Когда имеются явные альтернативы ответа, то знакомость можно определить как степень соответствия перцептивного следа исходного стимула следу в памяти. При воспроизведении испытуемый, по-видимому, не явно восстанавливает некоторый элемент, а затем обращается с ним так же, как с внешним стимулом, т.е. информация об элементе в целом, так же как информация о некоторых характерных его чертах, отсылается в память для проверки. После проверки испытуемый дает ответ: если знакомость превосходит критерий, элемент воспроизводится, если нет — отбрасывается.

В эксперименте на опознание испытуемый всегда выбирает на основе знакомости материала, в эксперименте на воспроизведение это не всегда так. При воспроизведении задача испытуемого заключается в том, чтобы решить, содержится ли в предъявленном списке не явно восстановленный элемент. Однако, когда испытуемый пытается воспроизвести забытое слово, которое соответствует словарному определению [II], он оценивает не знакомость восстановленной альтернативы, а степень ее соответствия. Слово должно соответствовать определению, прежде чем оно будет принято как правильное. Ясно, что степень соответствия в пределах некоторого частного контекста может служить основой для приня-

тия решения, так же как и перцептивная знакомость. Критерием решения может быть и какая-нибудь характеристика процесса восстановления: если элемент восстанавливается быстро, испытуемый может рассматривать его как правильный. Однако не все критерии являются эффективными при каждой попытке воспроизведения. Критерии могут меняться в процессе решения, например в зависимости от условий эксперимента. С увеличением интервала удержания в памяти информации критерий становится строже. Чем больше вероятность правильного ответа, тем слабее критерий. Известно, что строгость критерия коррелирует с отношением числа ошибок к числу правильных ответов.

В заключение следует сказать, что приведенные данные получены в экспериментах по исследованию воспроизведения из долговременной памяти. В рамках микроструктурного анализа воспроизведение почти не исследовалось. Однако экспериментальный подход к проблеме возможен (см. статью Г.Н. Солнцевой и Ю.К. Стредкова в настоящем сборнике).

#### Заключение

Рассмотренная схема является результатом микроструктурного анализа сложившейся системы операций, когда временные характеристики и связи между операциями при выполнении одной задачи остаются неизменными. При изменении задачи или условий ее осуществления система может претерпеть большие изменения (во временных характеристиках операций, в последовательности операций, вплоть до выпадения отдельных операций). Несомненно, изучение структуры и сложившейся системы операций имеет важное значение для инженерной и общей психологии. Однако внешняя среда редко остается постоянной, как это бывает в условиях психологических экспериментов; она ставит перед человеком новые задачи, изменяет условия выполнения старых. Изучение гибкости, изменчивости структуры операций и роли моторики в ее перестройке является еще более важной задачей. Ее решение внесет большой вклад в психологическую науку.

#### Л и т е р а т у р а

1. В у ч е т и ч Г. Г. Исследование зрительной кратковременной памяти. Автореф. дисс. на соискание учен. степ. канд. психолог. наук. М., Изд-во МГУ, 1971.

2. Вучетич Г. Г. [и др.]. Исследование объема зрительной кратковременной памяти. - В сб.: Проблемы психологии памяти. Харьков, Изд-во ХГУ, 1969.
3. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1969.
4. Зинченко В. П., Вучетич Г. Г. Исследование зависимости объема кратковременной памяти от времени экспозиции и навыка перекодирования тестового материала. - В сб.: Об актуальных проблемах исследования времени реагирования. Тарту, Изд-во ТГУ, 1969.
5. Дазарев П. П. Исследование по адаптации. М., Изд-во АН СССР, 1947.
6. Atkinson R.C., Shiffrin R.M. The control of Short-term Memory. - "Scientific American", 1971, August, pp.83-90.
7. Broadbent D.E. Perception and Communication. London, Pergamon Press., 1958.
8. Ericsson C.W., Spenser T. Rate of information Processing in Visual Perception. - "J. Exp. Psychol.", 1969, v.79, N 2 (pt.2).
9. Information-Processing Approaches to Visual Perception. R.N. Haber (Ed.). N.Y., Holt, 1969.
10. Kahneman D., Wright P. Changes in pupil size and rehearsal strategies in a STM task. - "Quart. J. Exp. Psychol.", 1971, v.23, pt.2, pp.187-196.
11. Kinzsch W. Learning Memory and Conceptual Processes. N.Y., Wiley, 1970.
12. Mauzner M.S., Tresselt M. Visual information Processing with Sequentially Presented inputs. A General Model for Overprinting, Sequential Blanking and Displacement Phenomena. - "An. Ac. Sci.", 1970, v.169, pp.599-618.
13. Mewhort D.J.K. (et al.) On the transfer of information from the iconic to short-term memory. - "J. Exp. Psychol.", 1969, v.81, N 1, pp.89-94.
14. Morey N. Attention: Selective processes in Vision and Hearing. N.Y., 1969.
15. Norman D.A. Memory while shadowing. - "Quart. J. Exp. Psychol.", 1969, v.21, pp. 83-90.
16. Teios J. [et al]. Memory Scanning is a serial, self-terminating process. - "Wisconsin Mathematical Psychology Program", 1971, Rep. 71-I, May.

Г. Н. Солнцева, Ю. К. Стрелков

#### О СООТНОШЕНИИ МЕХАНИЗМОВ ХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

Механизмы хранения и воспроизведения выступают как неразрывное целое в процессе переработки предъявленной информации. Это единство проявляется в их взаимообусловленности. Прежде всего она обнаруживается в зависимости структуры механизма воспроизведения от структуры механизма хранения, т.е. структура процесса запоминания определяет структуру процесса воспроизведения. При предъявлении на короткое время последовательности чисел первые элементы этой последовательности сохраняются лучше за счет успешного выполнения соответствующих операций: формирование зрительного образа каждого числа, слухового образа, повторение чисел и т.д. Воспроизведение первых элементов последовательности осуществляется путем сканирования слуховой памяти. Что касается цифр, предъявленных последними, то они или совсем не были повторены, или повторены недостаточно хорошо, что дало, в лучшем случае, нечеткий акустический образ. Сканирование слуховой памяти в этом случае бессмысленно, воспроизведение осуществляется путем поиска в памяти образа элемента. Если к моменту воспроизведения зрительный образ элемента исчез, а слуховой образ элемента не сформирован, - ни один из указанных способов воспроизведения не будет успешным. При увеличении или уменьшении межстимульного интервала (МСИ) остается один способ сохранения и, соответственно, один способ воспроизведения: при уменьшении МСИ, когда повторение во время предъявления последовательности становится невозможным, - поиск в памяти; при увели-

чении МСИ, когда возникают условия для повторения каждого элемента, — сканирование слуховой памяти. Высказанное положение не имеет точных экспериментальных доказательств, но подтверждением для него могут послужить работы, в которых сформулирована гипотеза о двух способах воспроизведения, соответствующих двум способам действия по запоминанию [3, 6]. В этом плане интересна также статья Д.К. Стрелкова и Е.И. Шлягиной в настоящем сборнике.

Таким образом, структура механизма хранения, описываемая набором и последовательностью производимых операций, определяет структуру механизма воспроизведения.

С другой стороны, задача деятельности, выражаемая в инструкции, определяет структуру воспроизведения, оптимальный способ запоминания материала. Например, если перед испытуемым стоит задача полностью воспроизвести предъявленный ряд элементов, то при запоминании он должен использовать такую систему операций, которая позволила бы как можно полнее зафиксировать все признаки каждого элемента. Если же испытуемому необходимо запомнить ряд для дальнейшего опознания одного из элементов, то такая система операций оказалась бы не оптимальной, так как для опознания тестового элемента достаточно фиксации лишь некоторых информативных признаков каждого элемента основного ряда. Однако возможны условия, когда и при опознании необходимо запоминание всех признаков стимула. Так, Мак-Налти [5] предъявлял испытуемым для опознания слова, очень похожие на слова, предъявленные в основном ряду. Оказалось, что правильное опознание на основе частичного знания малоразличимых элементов невозможно и происходит не раньше воспроизведения.

О соотношении механизмов хранения и воспроизведения можно судить по результатам влияния каждого механизма в отдельности на успешность выполнения задачи. Более наглядным является обусловленность уровня выполнения механизмом хранения. Если последний имеет дефекты в некоторых своих блоках (например, интерференция в сенсорной и иконической памяти, затрудненность кодирования или невозможность повторения), то это обязательно проявится в снижении уровня воспроизведения. Если элемент не воспроизведен, еще не значит, что он не запомнен. Сперлинг [8] показал, что запоминается значительно больше, чем может быть

воспроизведено. Это не только результат спонтанного стирания следа стимула, но и активное воздействие механизма воспроизведения. Изучение влияния воспроизведения как целого образования на сохранность запомненного материала и явилось задачей нашей работы.

Уровень развития психологической теории и техники эксперимента, существующий в настоящее время, позволяет проводить исследования соотношения механизма хранения и воспроизведения лишь в целом, не выделяя соотношения отдельных операций. В данной работе поставлена цель исследовать зависимость результатов выполнения задачи от типа ответа (полное или частичное воспроизведение, опознание). Сделать это позволит сравнение двух процессов, в одном из которых воспроизведение исключено, а в другом присутствует. Разница в уровнях выполнения, если такая обнаружится, явится показателем влияния механизма воспроизведения на сохранность материала. Методика частичного воспроизведения позволяет частично исключить механизм воспроизведения, полное исключение воспроизведения достигается в ситуации опознания одного из элементов последовательности. Это основная посылка нашей работы, основной метод экспериментального исследования.

Как указывалось выше, успешность выполнения задачи является показателем успешности работы каждого механизма в отдельности. Неудач можно с одинаковой степенью вероятности отнести как за счет механизма хранения, так и воспроизведения. Если ошибки при воспроизведении обусловлены дефектом механизма воспроизведения, тогда, при одинаковых экспериментальных условиях, количество ошибок при опознании должно быть намного меньше, чем при полном воспроизведении. Если же предъявленный материал не сохранен, тогда в обоих экспериментах уровень выполнения будет низким.

Нахождение условий, при которых воспроизведение еще не оказывает влияния на сохранение, сопоставление условий и анализ ошибок могут выявить соотношение механизмов хранения и воспроизведения в кратковременной памяти.

При решении данной проблемы необходимо также учитывать следующее. Задача деятельности является определяющим моментом при рассмотрении механизмов хранения и воспроизведения и их соотношения. Задача выражается прежде всего в инструкции, в том, что

испытуемый должен сделать (в данном эксперименте она определяет структуру механизма воспроизведения). Но как указывалось ранее, структура механизма воспроизведения определяет структуру (набор и последовательность операций) механизма хранения. Способ запоминания, структура механизма хранения будут меняться в зависимости от задачи, что для предполагаемого анализа совершенно недопустимо. Авторы предполагают, что сочетание в одном эксперименте задач полного воспроизведения и одной из двух других задач — частичное воспроизведение или опознание, появляющихся с равной вероятностью, — должно обеспечить одинаковое запоминание материала при различном воспроизведении. Использование для этой цели постестимпульной инструкции о способе воспроизведения позволит обнаружить взаимосвязь механизмов хранения и воспроизведения в рамках поставленной проблемы; исключив их взаимообусловленность как структур единой системы деятельности, подчиненной одной задаче, авторы надеялись исключить влияние способа воспроизведения на сохранность материала.

#### Методика

Было проведено два эксперимента. Первый проводился по методикам полного и частичного воспроизведения, второй — по методикам опознания и полного воспроизведения.

**Материал и аппаратура.** В настоящем эксперименте был использован экспериментальный стенд, состоящий из управляющей ЭЦВМ "Днепр-1", цифрового индикатора и выносного пульта. Эксперименты и обработка результатов проводились по особым программам, составленным для ЭВМ.

Для предъявления испытуемому вырабатывались цифровые последовательности, включающие от 3 до 5 цифр. Цифры выбирались из набора 2-9, т.е. 1 и 0 не предъявлялись. Ни одна из цифр не встречалась в последовательности дважды. Длительность предъявления каждой цифры была постоянной и равнялась 10 мсек. Межстимульные интервалы (МСИ) равнялись 60 мсек, 120 мсек, 180, 240 мсек. В каждой последовательности цифр МСИ были одинаковыми.

Спустя 1 сек после предъявления цифровой последовательности на индикаторе вспыхивала цифра, служившая постестимпульной инструкцией о способе воспроизведения, и оставалась на экране 10 мсек.

Использовался семисегментный люминесцентный цифровой индикатор, где видимый размер цифры составлял около 17' при яркости приблизительно 20 нт. Расстояние до индикатора было около 1 м. Предъявляемые цифры возникали в одном и том же месте поля зрения.

Выносной пульт состоял из панели с одиннадцатью кнопками (микрорелепереключателями). Восемь кнопок однозначно соответствовали одной из восьми цифр, одна предназначалась для подачи испытуемым сигнала готовности. Две кнопки "+" и "-" в данном эксперименте не использовались. После того как испытуемый подавал машине сигнал о готовности, ему предъявлялась цифровая последовательность и инструкция о виде ответа, а затем испытуемый, нажимая соответствующие кнопки, вводил свой ответ в машину. Программа эксперимента позволяла регистрировать латентное время реакции, считающееся от конца предъявления цифры-инструкции до нажатия первой кнопки. Кроме того, программой предусматривалась сортировка результатов по экспериментальным условиям. Первоначальные результаты (показанные цифры и ответы, латентное время ответа) в рассортированном виде выводились на перфоратор, что обеспечивало возможность применения различных способов обработки и возможность сохранения полной информации о ходе эксперимента (кроме данных о реальной последовательности проб).

Более подробно описание экспериментального стенда приведено в статье [2].

**Испытуемые.** Эксперимент был проведен на 9 испытуемых — студентах и инженерах. Двое из них, участвовавшие раньше в подобных экспериментах, считались тренированными. С каждым испытуемым было проведено по одному эксперименту.

#### Э к с п е р и м е н т I

План эксперимента предполагал варьирование трех факторов: 1) способа воспроизведения, имеющего два уровня: полное воспроизведение в том же порядке и частичное воспроизведение; 2) длины последовательности — три уровня: 3, 4 и 5 цифр; 3) МСИ — четыре уровня: 60, 120, 180 и 240 мсек.

Эксперимент состоял в тестировании по всем 24 (2х3х4) комбинация условий, причем каждое условие предъявлялось 10 раз.

Эти 240 проб предъявлялись испытуемому в случайном порядке, так что в каждой данной пробе испытуемый мог получить любую длину последовательности цифр с любым значением МСИ и любую инструкцию о способе работы.

В методике частичного воспроизведения вероятности появления цифр для воспроизведения на каждой позиции были равны для каждой длины последовательности. Это означает, что вероятности получить инструкцию о воспроизведении цифры на первой позиции для длины последовательности 3 равна  $1/3$ . Вероятности получить инструкцию воспроизвести цифру на второй и третьей позициях были такими же, т.е.  $1/3$ . Аналогично для длины последовательности 4 эта вероятность равна  $1/4$ , а для длины последовательности 5 —  $1/5$ .

Чтобы избежать влияния утомления или, по крайней мере, уменьшить его, эксперимент был разделен на две части по 120 проб в каждой, с перерывом на 10 мин. Весь эксперимент продолжался 45 мин.

Процедура. Эксперимент проводился в затемненной камере. В течение первых 10 мин испытуемый адаптировался к темноте. В то же время ему давалась инструкция о том, как он должен работать. На индикаторе ему предъявлялась последовательность цифр. Спустя 1 сек после предъявления последней цифры на индикаторе высвечивалась в течение 10 мсек цифра-инструкция. Если появлялась цифра 0, испытуемый должен был воспроизвести все предъявленные цифры в том же порядке. При предъявлении цифры, отличной от 0, испытуемый должен был воспроизвести лишь одну цифру, позицию в ряду которой и указывала инструкция. Например, при предъявлении ряда 2 4 7 5 и инструкции 3 испытуемый должен был воспроизвести цифру, стоящую на третьей позиции, т.е. 7. Кроме сообщения о возможной длине последовательности испытуемому говорили, что никакая цифра в последовательности не повторяется, цифры последовательности выбираются из набора 2-9, т.е. 1 и 0 не предъявляются.

Все испытуемые тренировались в течение 10-15 мин перед началом эксперимента.

#### Э к с п е р и м е н т 2

Этот эксперимент проводился по методике, аналогичной той, которая была использована в эксперименте 1, за исключением сле-

дующего. Испытуемый работал, выполняя одну из двух инструкций. 0-инструкция, как и в первом эксперименте, требовала полного воспроизведения предъявленного материала в том же порядке. Если на индикаторе появлялась цифра, отличная от 0, испытуемый должен был ответить, была она или нет в предъявленной последовательности цифр, опознать ее. Для ответа он пользовался двумя кнопками: "+" и "-". Если цифра для опознания была в предъявленной последовательности, испытуемый отвечал "да", нажимая на кнопку "+"; если нет, то он отвечал "нет" с помощью кнопки "-".

Цифра для опознания могла выбираться из предъявленного ряда или из отсутствующих цифр. Вероятность предъявления цифры для опознания, присутствовавшей в последовательности, была  $2/3$ . И с вероятностью  $1/3$  предъявленной для опознания цифры в этом ряду не было.

Если в предъявленной последовательности содержалась цифра для опознания, она с равной вероятностью могла находиться на любой позиции.

#### Результаты и обсуждение

Первичные результаты эксперимента представлены последовательностью показанных цифр, ответов испытуемого и латентным временем реакции по каждой пробе. Первый этап обработки результатов заключался в подсчете количества ошибок каждого типа по каждому экспериментальному условию (для каждого испытуемого). Ошибки классифицировались по следующим типам:

1. Ошибки перестановки: цифра, предъявленная на некоторой позиции, воспроизводилась, но на другой позиции последовательности. Например, предъявляется 2 7 8, воспроизводится 2 8 7.

2. Ошибки пропуска: цифра, предъявленная на некоторой позиции, совсем не воспроизводилась в данной пробе, а заменялась другой. Например, предъявлялось 2 7 8, воспроизводилось 2 6 8.

3. Ошибки типа "не видел". Считалось, что испытуемый сделал такую ошибку на некоторой позиции, если он вместо  $n$  предъявленных цифр воспроизводил  $n-1$  или  $n-2$  цифры. Особенно четко такие ошибки обнаруживаются в том случае, когда испытуемый правильно воспроизводит элементы, предъявленные на других позициях, например вместо 4 7 2 9 6 воспроизводит 4 7 6: на 3-й и 4-й по-



зициях ошибки типа "не видел". Такие ошибки возможны только при полном воспроизведении. В данной работе дальнейший анализ ошибок этого типа не проводился, авторы фиксируют лишь тот факт, что процент правильных ответов может уменьшаться и за счет того, что испытуемый просто не видит некоторых цифр. Ошибки типа "не видел" позволяют обнаружить эффект, аналогичный эффекту последовательного стирания, который описан Майзнером и Трессельтом [4].

Результаты первого этапа обработки представлены в табл. 1. Данные результатов, полученных от всех испытуемых, были объединены и подвергнуты статистической обработке, в результате которой получены характеристики уровня выполнения для каждого экспериментального условия, каждой методики и каждого типа ошибок, выражаемые средним количеством ошибок  $\bar{X}$  и средним квадратическим отклонением  $\sigma_x$  для 9 испытуемых по 10 пробам. Эти данные представлены в табл. 2-5.

Т а б л и ц а 1

Количество ошибок одного испытуемого при полном воспроизведении для каждой позиции

Типы ошибок x)	Длина последовательности	МСИ, мсек			
		60	120	180	240
1	3	1 3 3	0 1 1	0 0 0	0 0 0
	4	0 0 0 1	0 0 2 2	0 2 2 1	0 1 2 0
	5	1 2 2 1 1	1 2 3 2 3	0 0 3 2 0	0 2 2 1 0
2	3	1 5 2	1 5 1	0 0 0	0 0 0
	4	1 7 6 0	0 4 3 0	1 0 2 0	0 0 0 0
	5	0 3 7 8 2	2 1 4 5 2	1 0 3 5 2	0 1 1 0 1
3	3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
	4	0 3 5 0	0 1 3 0	0 0 1 0	0 0 0 0
	5	0 0 1 5 0	0 1 2 4 0	0 0 2 5 0	0 1 1 1 0

x) Первый тип - это ошибки перестановки, второй - ошибки пропуска и третий - ошибки типа "не видел".

Анализ полученных результатов следует начать с проверки экспериментальных условий. Планирование эксперимента предусматривало исключение влияния воспроизведения на структуру механизма хранения. Предполагалось, что введение послестимульной инструкции о способе ответа, предъявляемой случайным образом с вероятностью 1/2, позволит устранить зависимость механизма хранения от типа ответа и сделать одинаковой структуру механизма хранения в обоих случаях. Если взаимосвязь механизмов хранения и воспроизведения такого рода была исключена, то в первом и во втором экспериментах уровни выполнения по методике полного воспроизведения будут одинаковыми.

В табл. 2 сопоставлены результаты полного воспроизведения по данным двух экспериментов.

Недостоверность разницы уровней выполнения для каждого экспериментального условия является доказательством того, что структура механизма хранения оставалась неизменной при различных способах воспроизведения.

Если два процесса идентичны в начальной своей стадии, а различаются лишь в конечной, то разница в результатах, уровнях выполнения, может быть отнесена за счет различий в структуре этой конечной стадии. Основная посылка заключалась в том, что при опознании механизм воспроизведения исключается полностью, а при частичном воспроизведении - частично. Если это действительно так, то разница в уровнях выполнения будет показателем влияния исключенного воспроизведения. Но прежде следует рассмотреть факты, позволяющие доказать истинность нашей посылки.

Как уже отмечалось, если уровень выполнения при опознании будет выше уровня выполнения как при полном воспроизведении, так и при частичном, то разница может быть обусловлена в большей мере механизмом воспроизведения. Если же этот уровень низок и одинаков во всех случаях, это дефект механизма хранения. Сравним уровни выполнения (количество ошибок пропуска) для всех трех методик (см. табл. 3, 4, 5). Достоверность разницы в уровнях выполнения для опознания и полного воспроизведения (см. табл. 3) является доказательством того, что причиной низкого уровня выполнения является механизм воспроизведения. Сравнивая уровни выполнения при опознании и частичном воспроизведении, обнаруживаем недостоверную разницу в уровнях выполнения.

Т а б л и ц а 2

Показатели  $\bar{X}$  и  $\sigma_x$  количества ошибок типа "пропуск" при полном воспроизведении, по данным первого (I) и второго (2) экспериментов

Длина последовательности	Позиция	Эксперимент	МСИ, мсек							
			60		120		180		240	
			$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$
3	I	2	2,1	0,7	1,1	0,5	0,4	0,2	0,7	0,3
		I	2,9	0,7	0,9	0,6	0,3	0,2	1,0	0,4
	2	2	4,3	0,8	2,7	0,7	0,9	0,4	0,4	0,2
		I	4,7	0,7	2,7	0,6	1,8	0,7	0,9	0,4
	3	2	1,9	0,4	0,7	0,2	0,7	0,3	1,0	0,3
		I	2,6	0,9	0,9	0,3	1,6	0,5	1,0	0,4
4	I	2	2,2	0,8	1,3	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3
		I	2,7	0,6	0,9	0,4	0,9	0,4	0,0	0,0
	2	2	4,9	0,8	2,8	0,8	1,0	0,2	0,7	0,2
		I	6,7	0,6	2,1	0,6	1,7	0,5	0,7	0,3
	3	2	4,0	0,6	1,9	0,4	1,6	0,6	1,0	0,3
		I	4,0	0,7	4,6	0,7	1,3	0,8	2,0	0,6
	4	2	1,9	0,5	1,0	0,3	0,4	0,3	0,8	0,3
		I	1,9	0,4	4,4	0,3	1,4	0,4	1,7	0,3
5	I	2	2,7	0,6	1,0	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2
		I	3,2	0,7	0,8	0,5	0,7	0,2	0,1	0,1
	2	2	3,8	0,7	2,7	0,5	1,7	0,6	1,6	0,6
		I	4,3	0,5	3,1	0,6	1,6	0,5	1,1	0,5
	3	2	5,8	0,4	3,7	0,7	2,4	0,7	2,1	0,7
		I	5,4	0,7	3,0	0,7	3,4	0,7	2,0	0,7
	4	2	5,0	0,8	4,7	0,8	2,7	0,7	1,6	0,7
		I	5,7	0,8	4,7	0,5	2,7	0,7	1,8	0,5
	5	2	2,6	0,5	1,9	0,3	1,4	0,3	1,6	0,6
		I	1,9	0,4	1,9	0,6	1,6	0,4	1,2	0,5

Т а б л и ц а 3

Показатели  $\bar{X}$  и  $\sigma_x$  количества ошибок типа "пропуск" по методикам полного воспроизведения (П) и опознавания (О), по данным второго эксперимента

Длина последовательности	Позиция	Тип ответа	МСИ, мсек							
			60		120		180		240	
			$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$	$\bar{X}$	$\sigma_x$
3	I	П	2,1	0,7	1,1	0,5	0,4	0,2	0,7	0,3
		О	0,7	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0
		П	4,3	0,8	2,7	0,7	0,9	0,4	0,8	0,4
	2	О	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0
		П	1,9	0,4	0,7	0,2	0,7	0,3	1,0	0,3
		О	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
4	I	П	2,2	0,8	1,3	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3
		О	0,4	0,3	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
	2	П	4,0	0,8	2,8	0,8	1,0	0,2	0,7	0,2
		О	0,1	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	П	4,0	0,6	1,0	0,4	1,6	0,6	1,0	0,3
		О	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
	4	П	1,9	0,5	1,0	0,3	0,4	0,3	0,8	0,3
		О	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
5	I	П	2,7	0,6	1,0	0,4	0,6	0,2	0,3	0,2
		О	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
	2	П	3,8	0,7	2,7	0,5	1,7	0,6	1,6	0,5
		О	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
	3	П	5,8	0,4	3,7	0,7	2,4	0,7	2,1	0,7
		О	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0
	4	П	5,0	0,8	4,7	0,8	2,7	0,7	1,6	0,7
		О	0,6	0,3	0,7	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1
	5	П	2,6	0,5	1,9	0,3	1,4	0,3	1,6	0,6
		О	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1

Можно предположить, что влияние механизма воспроизведения как активного процесса на первом воспроизводимом элементе не сказывается, а проявляется все с большей силой на каждом последующем. Тогда никакой разницы в уровнях выполнения при частич-

Таблица 4

Показатели  $\bar{X}$  и  $\delta_x$  количества ошибок типа "пропуск" при частичном воспроизведении (Ч) и при опознании (О)

Длина последовательности	Позиция	Тип ответа	МСИ, мсек							
			60		120		180		240	
			$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$
3	1	О Ч	0,7 0,6	0,6 0,4	0,2 0,00	0,1 0,00	0,2 0,00	0,2 0,00	0,00	0,00
	2	О Ч	0,3 0,00	0,2 0,00	0,4 0,00	0,2 0,00	0,3 0,00	0,2 0,00	0,00	0,00
	3	О Ч	0,1 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00	0,00	0,00
4	4	О Ч	0,4 0,3	0,3 0,2	0,00 0,2	0,00 0,1	0,2 0,00	0,1 0,00	0,00	0,00
	2	О Ч	0,2 0,6	0,1 0,3	0,5 0,4	0,2 0,2	0,00 0,2	0,00 0,1	0,6	0,3
	3	О Ч	0,3 0,3	0,2 0,2	0,3 0,1	0,2 0,1	0,1 0,1	0,1 0,1	0,3 0,3	0,2 0,2
	4	О Ч	0,1 0,1	0,1 0,1	0,2 0,1	0,1 0,1	0,1 0,3	0,1 0,2	0,2 0,00	0,2 0,00
5	1	О Ч	0,5 0,2	0,2 0,1	0,3 0,00	0,2 0,00	0,2 0,00	0,2 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00
	2	О Ч	0,4 0,8	0,2 0,4	0,3 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,1 0,1	0,2 0,00	0,1 0,00
	3	О Ч	0,4 0,2	0,2 0,1	0,4 0,00	0,2 0,00	0,3 0,00	0,2 0,00	0,00	0,00
	4	О Ч	0,6 0,00	0,3 0,00	0,7 0,1	0,3 0,1	0,6 0,00	0,2 0,00	0,1 0,2	0,1 0,1
	5	О Ч	0,00 0,1	0,00 0,1	0,3 0,00	0,2 0,00	0,00 0,1	0,00 0,1	0,1 0,00	0,1 0,00

ном воспроизведении и при опознании не должно быть, так как частичное воспроизведение в нашем эксперименте ограничено одним элементом, на котором не сказывается влияние воспроизведения. Хотя влияние способа ответа на структуру запоминания сведено до

Таблица 5

Показатели  $\bar{X}$  и  $\delta_x$  количества ошибок типа "пропуск" при полном (П) и частичном (Ч) воспроизведении, по данным первого эксперимента

Длина последовательности	Позиция	Тип ответа	МСИ, мсек							
			60		120		180		240	
			$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$	$\bar{X}$	$\delta_x$
3	1	П Ч	2,9 0,6	0,7 0,4	0,9 0,00	0,6 0,00	0,3 0,00	0,2 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00
	2	П Ч	4,7 0,00	0,7 0,00	2,7 0,00	0,6 0,00	1,8 0,00	0,7 0,00	0,9 0,00	0,4 0,00
	3	П Ч	2,6 0,00	0,9 0,00	0,9 0,00	0,3 0,00	1,6 0,00	0,5 0,00	1,0 0,00	0,4 0,00
4	1	П Ч	2,7 0,3	0,6 0,2	0,9 0,2	0,4 0,1	0,9 0,00	0,4 0,00	0,00	0,00
	2	П Ч	6,7 0,6	0,6 0,3	2,1 0,4	0,6 0,2	0,7 0,2	0,5 0,1	0,7 0,6	0,3 0,3
	3	П Ч	4,0 0,3	0,7 0,2	4,6 0,1	0,7 0,1	1,3 0,1	0,8 0,1	2,0 0,3	0,6 0,2
	4	П Ч	1,9 0,00	0,4 0,00	4,4 0,00	0,3 0,00	1,4 0,00	0,4 0,00	1,7 0,00	0,3 0,00
5	1	П Ч	3,2 0,2	0,7 0,1	0,8 0,00	0,5 0,00	0,7 0,00	0,2 0,00	0,1 0,00	0,1 0,00
	2	П Ч	4,3 0,8	0,5 0,4	3,1 0,1	0,6 0,1	1,3 0,1	0,5 0,1	1,1 0,00	0,5 0,00
	3	П Ч	5,4 0,2	0,7 0,1	3,0 0,00	0,7 0,00	3,4 0,00	0,7 0,00	2,0 0,00	0,7 0,00
	4	П Ч	5,7 0,00	0,8 0,00	4,7 0,1	0,5 0,1	2,7 0,1	0,7 0,1	1,8 0,2	0,5 0,1
	5	П Ч	1,9 0,1	0,4 0,1	1,9 0,00	0,6 0,00	1,6 0,1	0,4 0,1	1,2 0,00	0,5 0,00

минимума (мы считаем, что во всех экспериментах структура запоминания одинакова), возможно, что в некоторых случаях запоминание элемента было не полным: достаточным для опознания, но недостаточным для полного воспроизведения, — такое положение

могло возникать при малых МСИ. Случайный выбор методики, предусматривавший один из двух способов ответа при неизменном сохранении материала, не исключал прогнозирования испытуемым очередного способа ответа и настройки его на определенный способ запоминания. Мы не отрицаем эту возможность, но основную причину более низкого уровня выполнения при полном воспроизведении по сравнению с опознанием видим в прямом влиянии воспроизведения на сохранность элементов для дальнейшего воспроизведения: воспроизведение предыдущих влияет на воспроизведение последующих элементов последовательности.

Какова мера влияния механизма воспроизведения на сохранность материала для его дальнейшего воспроизведения? В качестве подобной меры можно было бы взять некоторую относительную разницу в уровнях выполнения по методикам полного воспроизведения и опознания. Но уровень выполнения является совокупным показателем успешности всей деятельности, каждого действия и операции и в качестве меры влияния одного действия применен быть не может. Авторами был разработан другой метод определения меры влияния воспроизведения. Логика этого метода основывается на следующих фактах:

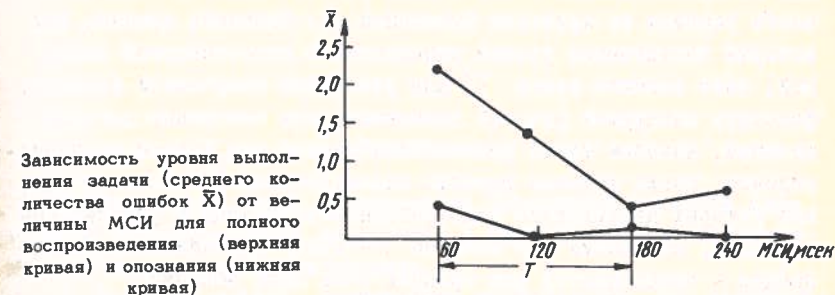
1) уровень выполнения при опознании намного выше уровня выполнения при полном воспроизведении. Разница эта всегда велика и достоверна ( $p < 0,01$ );

2) при опознании все же делаются ошибки, причиной которых, по-видимому, являются дефекты механизма хранения;

3) увеличение времени предъявления, т.е. увеличение МСИ, дает снижение уровня ошибок для любой методики. Но если опознание становится наилучшим уже при МСИ = 120 мсек, то такого увеличения МСИ совершенно недостаточно для достижения высокого уровня выполнения задачи при полном воспроизведении.

Значит, времени обработки на элемент (МСИ), при котором достигается некоторый высокий уровень выполнения при опознании, достаточно, чтобы элемент был сохранен. Но под влиянием воспроизведения вероятность того, что сохраненный элемент будет воспроизведен, уменьшается. Чтобы влияние воспроизведения было преодолено и элемент был воспроизведен, необходимо дополнительное время. Это время определяется как разница межстимульных интервалов, при которых достигается одинаковый уровень выполнения при полном воспроизведении и при опознании. Можно изобра-

зить это время графически. На рисунке взяты данные табл. 3 для длины последовательности, равной 4 (I-я позиция). Уровень выполнения 0,4 (среднее количество ошибок  $\bar{X}$ ) является одинаковым в обоих случаях. Но при полном воспроизведении (верхняя кривая) этот уровень достигается при МСИ=180 мсек, в то время как при опознании (нижняя кривая) — при МСИ=60 мсек. Разница времен, равная 120 мсек, и является в данном случае временем, необходимым для упрочения следа стимула.



Если при опознании механизм воспроизведения исключен полностью, а при частичном воспроизведении его влияние не сказывается, то следует сопоставлять уровни выполнения при полном и при частичном воспроизведении, а не при полном воспроизведении и опознании, хотя уровни выполнения при частичном воспроизведении и при опознании одинаковы. Опознание отличается от воспроизведения; определить это отличие пока не беремся, но можно утверждать, что отличие это качественное. Частичное и полное воспроизведение — процессы, отличающиеся лишь количественно в своей последней стадии. Если учесть, что при частичном воспроизведении влияние воспроизведения на уровень выполнения не сказывается, то сравнительный анализ предпочтительней проводить по результатам методик полного и частичного воспроизведений. Данные эксперимента для подобного анализа приведены в табл. 5.

Таким образом, разница МСИ, при которых достигается одинаковый уровень выполнения по методикам полного и частичного воспроизведения, есть время упрочения следа стимула, являющаяся мерой влияния механизма воспроизведения на сохранение элемента.

Для нахождения количественного выражения меры влияния механизма воспроизведения был использован не графический, а математический, более точный метод определения временной разницы. Для одного МСИ разницы уровней выполнения всегда велика и достоверна ( $p < 0,05$ ). Разница уровней выполнения для разных МСИ может быть достоверной и недостоверной, т.е. случайной. Уровни выполнения, разница которых недостоверна, считаются одинаковыми. Тогда, фиксируя наилучший уровень выполнения при полном воспроизведении, находим такой уровень выполнения при частичном воспроизведении, когда первый раз наблюдается недостоверность разницы по критерию Стьюдента  $t$ . Разность времен, при которых достигаются уровни выполнения с недостоверной разницей, дает искомое время  $T'$ . Для уточнения полученной разницы, фиксируя наихудший уровень выполнения при частичном воспроизведении, находим такой уровень выполнения при полном воспроизведении, когда впервые разница недостоверна. Разность времен, при которых наблюдается недостоверность разницы в уровнях выполнения, обозначим  $T''$ . Искомое  $T$  - время упрочения следа в памяти - определялось как среднее этих двух величин

$$T = \frac{T' + T''}{2}.$$

Эту величину всегда можно определить для первого элемента последовательности, а для последних позиций и средних (часто) по данным нашего эксперимента определить нельзя, так как различия в уровнях выполнения всегда достоверны. Пока такую величину для этих позиций можно найти лишь гипотетически, экстраполируя уровень выполнения, полученный в нашем эксперименте, в сторону больших МСИ (например, 300, 360 мсек). Выяснение зависимости времени консолидации, упрочения, следа от МСИ и от длины ряда по каждой позиции - задача будущих экспериментов. Такая зависимость является, по-видимому, выражением влияния механизма воспроизведения на возможность воспроизведения элемента, содержащегося в памяти. Чем дальше элемент отстоит в ряду от первого воспроизводимого элемента, тем большее воздействие он испытывает, тем больше времени необходимо для упрочения его следа в памяти и его последующего воспроизведения.

Для первой позиции время упрочения следа стимула - 120 мсек, для второй позиции - 180 мсек. Для остальных позиций это время может быть определено только гипотетически. Следует

заметить, что время упрочения следа для первой позиции вычислено как среднее для трех длин последовательности (ДП). При ДП=3  $T$  будет равно 90 мсек, при ДП=4  $T=120$  мсек, при ДП=5  $T=170$  мсек. Возможно, что такая зависимость является следствием увеличения времени отсрочки воспроизведения: чем больше длина последовательности, тем больше время, охватывающее период от предъявления данного элемента до его воспроизведения. Это лишь предположение; экспериментальных данных, позволяющих вскрыть механизм зависимости времени консолидации следа стимула от длины последовательности, пока нет.

#### Выводы

1. Разработан метод, позволяющий обнаружить механизм хранения и воспроизведения информации и изучить влияние воспроизведения на сохранность материала.
2. Получены данные, позволяющие предположить, что воспроизведение как активный процесс не влияет на сохранность первого элемента воспроизводимой последовательности, а влияет на все элементы, начиная со второго. Это влияние на каждый последующий элемент все возрастает по мере увеличения числа воспроизводимых элементов.
3. В качестве меры влияния механизма воспроизведения взята разница времен, при которых наблюдается одинаковый уровень выполнения при полном и частичном воспроизведении. Эту временную разницу мы условно назвали временем упрочения следа стимула.
4. Определено количественное значение времени упрочения следа стимула в памяти: 120 мсек для первой позиции и 180 мсек для второй позиции.
5. Обнаружена зависимость времени упрочения следа стимула от длины предъявленной последовательности: чем больше длина последовательности, тем больше время упрочения. Объяснить механизм этой зависимости пока не удалось. Раскрытие механизма, лежащего в основе процесса консолидации следа стимула в памяти, требует дальнейших исследований.

## Л и т е р а т у р а

1. В у ч е т и ч Г. Г. Исследование зрительной кратковременной памяти. Автореф. дисс. на соискание учен. степ. канд. психол. наук. М., Изд-во МГУ, 1971.
2. С е н я в с к и й А. Л. и С т р е л к о в Ю. К. Экспериментальный стенд для исследования зрительной кратковременной памяти. - В сб.: Психологические механизмы памяти и ее закономерности в процессе обучения. Харьков, 1970.
3. К р о л л Н. Е. А. [et al.]. Short-term memory while shadowing: recall of visually and of aurally presented letters. - "J. Exp. Psych.", 1970, N 2, v.85, pp.220-224.
4. M a u z n e r M. S. and T r e s s e l t M. E. Visual information processing with sequential input: a general model for sequential blanking, displacement, and overprinting phenomena. Annals of the New York academy of sciences. June 23, 1970, v.169, Article 3, pp.599-618.
5. M c N u l t y J. A. An analysis of recall and recognition processes in verbal learning. - "J. Verbal Learning and Verbal Behavior", 1965, v.4, pp.430-436.
6. M o s s S. M. and S h a r a c J. A. Accuracy and latency in Short-term memory: evidence for a dual retrieval process. - "J. Exp. Psych.", April 1970, v.84, N 1, pp. 40-46.
7. P o s n e r M. I. and K e e l e S. W. Decay of visual information from a single letter. - "Information-Processing Approaches to Visual Perception", 1970, pp. 65-69.
8. S p e r l i n g G. A model for visual memory tasks. - "Human Factors", 1963, N 5, pp. 19-31.
9. S p e r l i n g G. Successive approximations to a model for Short-term memory. - "Acta Psychol.", 1967, N 27, pp. 285-292.

Ю. К. С т р е л к о в, Е. И. Ш л я г и н а

### ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТСУТСТВУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

В предлагаемой статье описано исследование микроструктуры преобразований зрительной информации. Исследование явилось прямым продолжением работ (Г.Г. Вучетич и В.П. Зинченко [2]), проведенных по методике определения отсутствующего элемента. Целью этих работ было изучение элементарных логических преобразований информации, таких, как упорядочение, последовательный перебор и т.д.; основным результатом явилось описание стратегии деятельности испытуемого при решении задачи нахождения отсутствующего элемента. Однако экспериментальные условия, использованные в этих исследованиях, позволили достаточно детально описать действия испытуемых только при предъявлении рядов большой длины и при длительных МСИ. Преобразования зрительной информации, осуществляемые при предъявлении рядов малой длины и при коротких МСИ, остались почти невыясненными.

В настоящей работе была поставлена задача исследовать микроструктуру преобразований зрительной информации. Для этого необходимо было уменьшить величину МСИ (до 60 мсек) и сократить шаг его варьирования. Исследование проводилось по методике определения отсутствующего элемента. Стимулы предъявлялись зрительно при различных МСИ. Процедура данного исследования отличалась от процедуры исследования, проведенного Вучетич и Зинченко. В экспериментах этих исследователей испытуемый начинал работать с самой короткой последовательностью, равной 5 символам, при самом большом МСИ, равном 1000 мсек, причем оба

условия оставались неизменными в течение всего сеанса длительностью 30 мин; затем постепенно МСИ уменьшался до 50 мсек. Только после этого испытуемый переходил к экспериментам с последовательностью другой длины, также начиная работать при самом большом МСИ. Испытуемый всегда знал, с какой величиной последовательности и при каком МСИ он будет работать, поэтому мог заранее построить программу своей мнемической деятельности.

Процедура настоящего эксперимента исключала всякую возможность тренировки. Испытуемый ничего не знал о вариациях МСИ, а о длине предъявляемой последовательности ему сообщалось в ходе самого опыта. Такое построение эксперимента имело целью проследить стратегию испытуемого в условиях, когда он не имеет возможности заранее построить программу своей мнемической деятельности.

#### Методика исследования

Испытуемые. В опытах было занято пять взрослых испытуемых в возрасте 20-30 лет. Раньше в экспериментах подобного рода эти испытуемые не участвовали.

Тестовый материал. В опытах использовался алфавит из семи цифр - от 0 до 6.

Аппаратура. Исследование проводилось на специальном стенде, в состав которого входили следующие основные устройства: электронная цифровая вычислительная машина "Днепр", табло для отображения цифровой информации - семисегментный электролюминесцентный знаковый индикатор размером 5x3 мм, пульт испытуемого с тумблерами, над которыми были выгравированы цифры от 0 до 9 (первым слева помещался тумблер готовности). С помощью этого пульта испытуемый воспроизводил требуемую информацию.

В ходе эксперимента ЭВМ выполняла разнообразные функции: она являлась датчиком информации, предъявляемой испытуемому, регистрирующим устройством в цепи информации, принимаемой от испытуемого, устройством первичной обработки этой информации и органом управления всем опытом. Учет времени прохождения информации на табло осуществлялся с помощью тактового генератора.

Процедура эксперимента. Цифры предъявлялись последовательно в одном и том же месте поля зрения. Время экспозиции каждой

цифры в течение опыта не менялось и составляло 10 мсек. Видимый размер цифры равнялся 15'. Яркость индикатора, на котором предъявлялись цифры, составляла 20 нт. Переменными в эксперименте были: длина предъявляемого алфавита символов (она равнялась 5 символам при алфавите 0 - 4; 6 при алфавите 0 - 5 и 7 при алфавите 0 - 6), а также различные величины МСИ (60, 100, 140, 180, 220 и 260 мсек).

Последовательности составлялись случайным образом, с единственным ограничением: в пределах одной последовательности никакая цифра не повторялась.

План эксперимента. В эксперименте были использованы два фактора. Фактор А состоял из трех уровней (три длины последовательности - 4, 5, 6 символов); фактор Б - из шести (шесть вариаций МСИ). Уровни факторов А и Б дали 18 различных тестовых комбинаций, по каждой делалось 20 проб. В результате для каждого испытуемого было получено 360 тестовых комбинаций. Все эти комбинации были упорядочены случайным образом, так что в любой данной пробе испытуемый мог получить последовательность любой длины с различными МСИ. Например, в ходе эксперимента после последовательности из 6 символов с МСИ, равным 60 мсек, испытуемому могла быть предъявлена последовательность из 4 символов с МСИ, равным 260 мсек.

Ход опыта. Испытуемый помещался в звукоизолированную затемненную камеру на расстоянии 1,2 м от индикатора. Ему зачитывалась следующая инструкция: "Вам будут предъявлены последовательности цифр из трех возможных длин алфавитов: 5 (0 - 4), 6 (0 - 5) и 7 (0 - 6) символов. Одна из цифр в каждом алфавите будет отсутствовать. Ваша задача - определить, какая цифра отсутствовала, и нажать, как можно быстрее, на тумблер, над которым выгравирована соответствующая цифра". О вариациях МСИ испытуемому ничего не сообщалось.

Прослушав инструкцию, испытуемый нажимал на тумблер "готов", и через 500 мсек на индикаторе загоралась цифра, указывавшая длину алфавита, из которого будет выбираться последовательность. Затем через 500 мсек предъявлялась последовательность заданной длины с определенным МСИ. Определив отсутствующую цифру, испытуемый нажимал на соответствующий тумблер пульта, находившегося перед ним. Ответ испытуемого поступал в ЭВМ для

регистрации и оценки. После этого испытуемый снова нажимал на тумблер "готов", и ему предъявлялся другой вариант последовательности с иным МСИ.

Каждый испытуемый работал со всеми длинами последовательности и со всеми МСИ. Перед началом основного эксперимента ему давалось 50 тренировочных проб. Продолжительность эксперимента с одним испытуемым не превышала 45 мин.

**Обработка результатов.** При обработке результатов подсчитывался процент правильных ответов (ППО) для каждого испытуемого по каждой длине последовательности при всех МСИ. С учетом всех этих условий определялось также среднее латентное время воспроизведения отсутствующего элемента. Это время подсчитывалось отдельно для правильных и ошибочных ответов. Программа эксперимента была построена таким образом, что предусматривалась первичная обработка ЭВМ полученных данных на печать: выдавались данные, уже рассортированные по длинам последовательностей и МСИ. Это значительно облегчало дальнейшую обработку материала.

#### Результаты эксперимента

В табл. I приведены данные, характеризующие процент правильного определения отсутствующего элемента в предъявленном наборе символов при разных экспериментальных условиях (они подсчитаны в среднем по пяти испытуемым).

Т а б л и ц а I

Длина алфавита	ППО при МСИ (мсек)					
	60	100	140	180	220	260
5	36	42	46	62	60	67
6	28	38	42	54	47	50
7	28	31	41	48	38	36

Эти данные свидетельствуют о том, что частота правильных ответов выше вероятности угадывания отсутствующего элемента (вероятность угадывания в нашем эксперименте равна 1/4-20%). Выполнение задачи, особенно при коротких МСИ, требовало от

испытуемых большого напряжения внимания. Малейшее отвлечение приводило к ошибке. Анализ результатов показал, что индивидуальные различия между испытуемыми достаточно велики. Хотя частота правильных ответов всех испытуемых отличается от вероятности угадывания, степень этого отличия для разных испытуемых не одинакова.

Результаты эксперимента представлены также на рис. 1-3, где показана зависимость ППО от величины МСИ. На рис. 1 приведены данные для всех пяти испытуемых, на рис. 2 - для четырех испытуемых, результаты которых оказались достаточно близкими, на рис. 3 - для испытуемого, показавшего отличные от других результаты.

Как видно из графика (см. рис. 1), увеличение МСИ до 180 мсек приводит к увеличению ППО для всех длин последовательности. МСИ, равный 180 мсек, является особой точкой графика, так как после нее кривые ППО для разных длин алфавита начинают вести себя по-разному: кривая для длины алфавита, равной 5 символам, продолжает подниматься вверх; кривая для длины алфавита, равной 6 символам, остается на том же уровне; кривая для длины алфавита, равной 7 символам, начинает падать вниз. Разность ППО для длины алфавита в 7 символов при МСИ, равном 180 мсек, и МСИ, равном 260 мсек, была подвергнута статистическому анализу и оказалась значимой с вероятностью 0,99.

В экспериментах фиксировалось также латентное время ответов испытуемых. Основные результаты по всем последовательностям с различными МСИ приведены в табл. 2. Латентное время подсчитывалось отдельно для правильных и ошибочных ответов.

Т а б л и ц а 2

Длина алфавита	Латентное время (сек) правильных (+) и ошибочных (-) ответов при МСИ (мсек)											
	60		100		140		180		220		260	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
5	3,38	3,69	2,81	3,26	2,63	3,49	2,77	3,47	2,53	3,51	2,96	3,43
6	3,16	2,98	2,80	3,03	2,73	3,62	2,48	3,34	2,67	3,24	2,62	3,79
7	2,84	3,31	2,95	3,07	2,33	3,17	2,59	3,43	2,90	3,59	3,24	3,34



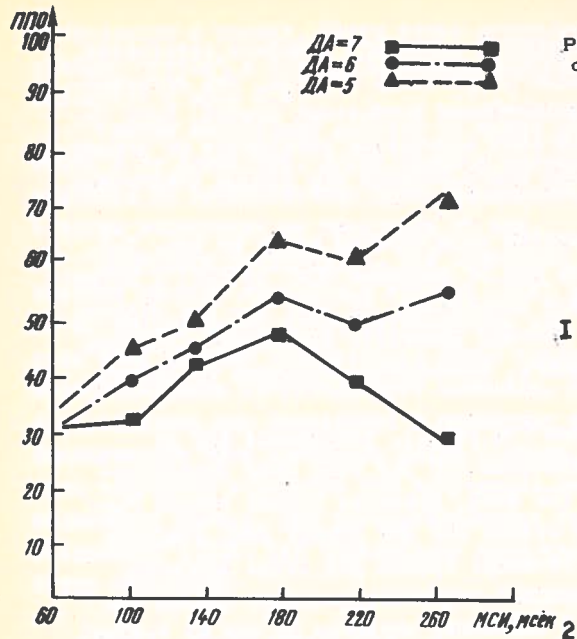
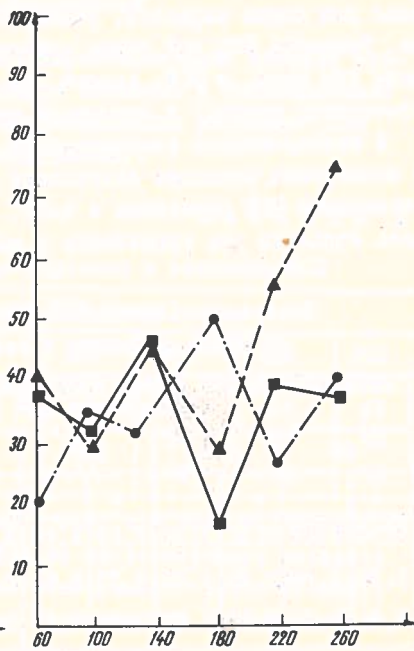
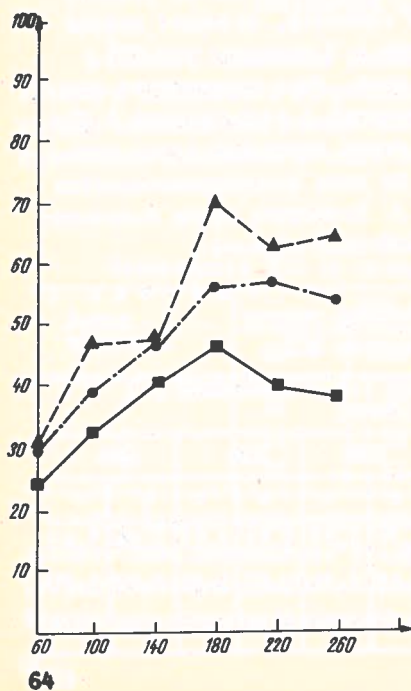


Рис. 1, 2, 3. Зависимость ППО от величины МСИ для трех длин алфавита (ДА)



Из таблицы видно, что латентный период воспроизведения правильных ответов меньше, чем ошибочных. Он, так же как и ППО, в большой степени зависит от индивидуальных качеств испытуемых. По длительности латентного периода испытуемых можно разделить на "быстрых" и "медленных". Но разделение по величине латентного периода не совпадает с разделением по критерию успешности выполнения задачи. Одни испытуемые при коротком латентном периоде делают больше ошибок, другие при таком же латентном периоде - меньше. Это иллюстрирует табл. 3, где приведены средние значения латентного периода и ППО для различных испытуемых при длине алфавита, равной 6 символам, и при всех вариациях МСИ.

Т а б л и ц а 3

Сопоставление ППО и латентного времени ответа, полученных при различных величинах МСИ

Испытуе- мые	ППО (%) и латентное время ответов (сек) при МСИ (мсек)											
	60		100		140		180		220		260	
	%	сек	%	сек	%	сек	%	сек	%	сек	%	сек
В.П.	28	3,56	35	2,72	30	2,32	60	2,29	45	1,86	40	1,90
В.Б.	20	2,07	35	3,11	30	2,83	50	2,12	25	3,48	28	2,10
К.В.	20	2,21	35	1,98	44	2,13	60	1,82	60	1,76	50	1,55
С.П.	26	1,93	38	1,16	60	1,36	56	1,43	56	1,31	50	1,59
А.Б.	47	5,02	50	4,47	45	4,99	35	4,73	35	4,92	70	5,96

На основании анализа данных самонаблюдения испытуемых и латентного времени их реакций в различных ситуациях можно заключить, что короткие латентные периоды чаще всего соответствуют тем ответам, когда испытуемый точно уверен, какой цифры нет, или когда он наверняка знает, что по какой-либо причине не смог проследить весь предъявленный ряд и поэтому дает первый попавшийся, заведомо ошибочный ответ. В том же случае, когда испытуемый колеблется, испытывает некоторую неуверенность, когда перед ним стоит задача выбора одной среди нескольких цифр (то ли не было тройки, то ли единицы, а он должен постараться вспомнить эту отсутствующую цифру), латентное время воспроизведения увеличивается. Причем чем больше времени испытуемый вспоминает, тем меньшей становится вероятность правильного ответа.

Таким образом, латентное время зависит от ряда факторов: индивидуальных различий испытуемых, степени уверенности в правильности решения задачи и т.д. Эти факторы требуют специального исследования.

#### Обсуждение результатов

Обсуждение результатов изложенного исследования вызывает определенные трудности, так как они затрагивают достаточно большой круг вопросов. Прежде всего проанализируем данные, полученные в эксперименте Вучетич и Зинченко, и данные настоящего исследования (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Зависимость ППО от величины МСИ и длины алфавита

Длина алфавита	Эксперименты X)	ППО при МСИ (мсек)					
		100		140		220	
		"быстрые" XX)	"медленные"	"быстрые"	"медленные"	"быстрые"	"медленные"
6	I	90,0	51,5	90,0	67,0	100,0	73,0
	II		38,0		42,0		47,0
7	I	83,0	51,6	93,0	48,0	97,7	65,8
	II		31,0		41,0		38,0

X) I - эксперимент Вучетич и Зинченко; II - настоящий эксперимент.

XX) Испытуемые, показавшие высокие результаты, были объединены в группу с условным названием "быстрые"; испытуемые, показавшие более низкие результаты, - в группу "медленные".

ППО при определении отсутствующего элемента в настоящем эксперименте оказался значительно ниже, чем в опытах Вучетич и Зинченко. Это обстоятельство не является неожиданным, потому что именно такой результат предусматривала сама постановка данного исследования. Как указывалось выше, в эксперименте этих исследователей перед каждым опытом испытуемому сооб-

щалось, с какой длиной последовательности и при каком МСИ ему придется работать. Зная оба условия опыта, испытуемый мог заранее создать программу своей будущей деятельности. Кроме того, сама процедура эксперимента была условием тренировки испытуемого, что также должно было увеличить ППО.

В настоящем же исследовании мы постарались исключить эти два фактора, т.е. возможность создания подобного рода программы деятельности до начала опыта и возможность тренировки (опыт проводился с испытуемым один раз, и в пределах его все условия были упорядочены случайным образом).

Обратимся вновь к результатам, представленным на рис. I. На первый взгляд может показаться странным, что для алфавита, равного 7 символам, увеличение МСИ от 180 до 260 мсек приводит к падению ППО. Однако для алфавита такой длины использованный диапазон варьирования МСИ просто является недостаточно широким, и, конечно, существуют МСИ, при которых ППО будет равен 100%, (это показали опыты Вучетич и Зинченко). Тем не менее понижение ППО на этом участке МСИ заслуживает особого внимания. Оно получено благодаря использованию более тонкого метода исследования.

Предлагаемое объяснение этого факта заключается в следующем. При МСИ меньше 180 мсек испытуемый пользуется одним способом определения отсутствующего элемента, а при МСИ, превышающем 180 мсек, он переходит на другой способ определения, но для последовательности из 7 символов этот новый способ оказывается еще мало эффективным.

Каковы же эти способы определения отсутствующего элемента? Работа испытуемого состоит из двух этапов: восприятия предъявленного ряда и отыскания отсутствующего элемента. При МСИ меньше 180 мсек испытуемый воспринимает и удерживает предъявленный ряд до окончания предъявления, а затем проговаривает его и отыскивает отсутствующий элемент. Проговаривание после окончания предъявления происходит потому, что МСИ, равный 60-180 мсек, явно недостаточен для повторения предъявленных символов. Это подтверждается как самонаблюдением, так и анализом латентного времени воспроизведения.

При МСИ выше 180 мсек у испытуемого появляется возможность использовать другой способ определения отсутствующего элемента: он может проговаривать предъявленные цифры во время МСИ и отыски-

вать отсутствующую, манипулируя речевыми образами. Об этом также свидетельствует анализ латентного времени воспроизведения: с увеличением МСИ оно имеет тенденцию уменьшаться. С другой стороны, можно предположить, что при МСИ, превышающем 180 мсек, нахождение отсутствующего элемента является результатом работы с невербальными программами, а параллельное проговаривание во время МСИ способствует фиксации следа. Но, возможно, что именно проговаривание во время предъявления выполняет отрицательную функцию — понижает ППО.

#### Выводы

Проведенное исследование показало, что система последовательной переработки зрительной информации может успешно функционировать в чрезвычайно напряженных условиях. Результаты исследования позволили сделать предположение о существовании различных способов преобразований зрительной информации даже при небольшом диапазоне варьирования МСИ. Предложенная гипотеза требует дальнейшего экспериментального подтверждения. Исследование микроструктуры преобразований зрительной информации окажется полезным не только для объяснения механизмов переработки информации в зрительной кратковременной памяти, но и для понимания такого компонента мыслительного акта, как непосредственное усмотрение (инсайт). Возможно, по мере накопления новых экспериментальных данных удастся выявить механизмы преобразований входной информации, столь важные для изучения процессов мышления.

#### Л и т е р а т у р а

1. В у ч е т и ч Г. Г. Исследование зрительной кратковременной памяти. Автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. психол. наук. М., Изд-во МГУ, 1971.
2. В у ч е т и ч Г. Г., З и н ч е н к о В. П. О сканировании последовательно фиксируемых следов в кратковременной зрительной памяти. — "Вопросы психологии", 1970, № 1.
3. С т р е л к о в Ю. К., С и н я в с к и й А. Л. Экспериментальный стенд для исследований кратковременной памяти. Материалы I-го всесоюзного симпозиума по психологии памяти. Харьков, 1970.

В. П. З и н ч е н к о, Г. Г. В у ч е т и ч,  
Ю. С. П о с т я н к о в

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

##### Проблема

В ранее выполненной работе [3] была выдвинута гипотеза о существовании механизма сканирования последовательно фиксируемых следов. Кратко гипотеза состоит в следующем. Ознакомление с проблемной ситуацией, поиск информации, релевантной задачам субъекта, осуществляется посредством движений глаз, перемежаемых зрительными фиксациями. Длительность фиксаций зависит от перцептивной сложности задачи и, как правило, колеблется в пределах 150–600 мсек. Фиксации большей длительности встречаются реже либо связаны не столько с перцептивной, сколько с интеллектуальной сложностью задачи.

Примем за шаг поиска фиксации глаза, которая длится, например, 300 мсек. На первом шаге зрительная система получает некоторое количество информации и хранит ее в иконической памяти около 1000 мсек [2, 5]. За это время могут произойти еще три зрительные фиксации такой же длительности. Допустим, что на первом шаге поиска наблюдатель не нашел ничего полезного и сделал следующий шаг, на котором обнаружил релевантную задачу информацию. В контексте полученной на втором шаге информации может оказаться, что полезна некоторая часть информации, принятой на предыдущем шаге. Поскольку она еще хранится и доступна, то субъект имеет возможность дать команду о сохранении этой полезной части. Обратная связь диктует, какую именно информацию

и в каком объеме необходимо сохранить для успешного решения задачи. Если после третьего или четвертого шага не поступает больше команды о сохранении и переводе из иконической памяти на другие уровни переработки [4] еще какой-либо части информации, принятой на первом шаге, то вся остальная информация стирается. Аналогичным образом можно представить отбор информации при следующих шагах информационного поиска. Что касается полезной информации, оставшейся после стирания избыточной и излишней, то отдельные элементы, избирательно извлеченные на различных шагах поиска, могут организовываться в цепочки следов и впоследствии синтезироваться в некоторый новый образ.

Наличие такой организации избирательного сохранения полезной информации подтверждается результатами исследований зрительной кратковременной памяти, выполненных методом частичного воспроизведения. Однако в этих исследованиях от испытуемых не требовалось образования цепочек следов. Им предъявлялось сложное тестовое поле, содержащее 12 или более цифр, из которых они должны были сохранить и воспроизвести некоторую часть, указанную в послестимульной инструкции.

Исследования, выполненные методом определения отсутствующего элемента, подтверждают возможность образования цепочек (или картотеки) следов [1, 7]. Однако, во-первых, в этих исследованиях испытуемым последовательно в одном и том же месте поля зрения предъявлялись простые тесты, содержащие не более одной цифры. Во-вторых, испытуемым предъявлялась лишь полезная, с точки зрения стоявшей перед ними задачи, информация.

Таким образом, исследования кратковременной памяти, выполненные обоими методами, подтверждают отдельные свойства описанной схемы организации последовательной переработки информации в зрительной системе. Для детализации предложенной схемы и уточнения ее характеристик необходима разработка нового метода исследования, с помощью которого оказалось бы возможным одновременное изучение преодоления избыточности информации и образования картотеки следов.

Такому условию частично удовлетворяет разработанная нами новая методика изучения кратковременной памяти. По этой методике осуществляется последовательное предъявление в одном и том же месте поля зрения сложных тестов, а также предъявление после-

стимульной инструкции, указывающей, какую информацию необходимо запомнить и воспроизвести. Такой методический прием позволяет выяснить, действительно ли имеется возможность обращения к сложному следу после того, как на него наложился второй сложный след.

#### Методика исследования

**Аппаратура.** Исследование проводилось на специальном экспериментальном стенде, в состав которого входили: управляющая ЭВМ; табло для предъявления цифровой информации, состоящее из набора семисегментных цифровых индикаторов, выполненных на транзисторах; пульт испытуемого. На кнопках пульта выгравированы цифры от 0 до 9. Размер одного индикатора равен 27x15 мм. Угловой размер индикатора при наблюдении его испытуемым равен  $2^\circ$ . Цвет свечения индикаторов - красный; яркость - 70 нт.

В эксперименте использовалась ЭВМ. Она по программе выдавала на табло матрицы случайных цифр и послестимульную инструкцию, управляла временными режимами предъявления цифр. ЭВМ регистрировала, оценивала правильность ответов испытуемых и выдавала их на печать после эксперимента. В целом экспериментальный стенд выполнял функцию многоканального тахистоскопа.

**Испытуемые.** В опытах участвовали пять человек в возрасте 20-30 лет.

**Процедура эксперимента.** Испытуемым последовательно в одном и том же месте предъявлялись две матрицы, состоящие из 4 или 6 цифр. Матрица из 4 цифр имела форму  $2 \times 2$ , матрица из 6 цифр предъявлялась в двух вариантах -  $2 \times 3$  и  $3 \times 2$ . Время экспозиции матрицы, состоящей из 4 цифр, было равно 200 мсек, матрицы, состоящей из 6 цифр, - 300 мсек. В опытах использовались три межстимульных интервала (МСИ) - 1000, 500 и 300 мсек - между последовательно предъявляемыми матрицами.

Послестимульная инструкция предъявлялась через 100 мсек после конца предъявления второй матрицы, состоявшей из 4 ячеек и через 200 мсек после предъявления второй матрицы, состоявшей из 6 ячеек. В качестве послестимульной инструкции использовался подсвет одной из ячеек матрицы длительностью 50 мсек. Инструкция указывала испытуемому, из какой ячейки нужно воспроизвести цифры, предъявленные в обеих матрицах. Матрицы заполнялись циф-

рами по случайному закону. Так же выбиралось и место послестимульной инструкции.

Задача испытуемых состояла в том, чтобы воспроизвести две цифры — одну из первой матрицы, вторую из второй, находившихся на месте, указанном послестимульной инструкцией. Воспроизведение должно было осуществляться в порядке предъявления матриц. Для того чтобы воспроизвести две цифры, испытуемый должен был хранить в памяти все цифры, предъявленные в обеих матрицах, по крайней мере до начала послестимульной инструкции.

С каждым испытуемым проводились тренировочные опыты, в которых он усваивал задачу и процедуру эксперимента. В основных опытах каждому испытуемому предъявлялись все три вида матриц. Каждый вид матриц с каждым из варьируемых интервалов предъявлялся каждому испытуемому по 50 раз. По этим 50 предъявлениям подчитывались результаты каждого испытуемого, работавшего с соответствующей матрицей.

#### Результаты экспериментов

В табл. I приведены средние данные, полученные от всех испытуемых, характеризующие процент правильных ответов (ППО) при воспроизведении обеих цифр, указанных послестимульной инструкцией. Если испытуемый правильно воспроизводил лишь одну из цифр, его результат при данном способе обработки материала не учитывался.

Таблица I

Зависимость ППО от величины МСИ и количества цифр при различном расположении цифр в матрице (средние данные)

МСИ, мсек	ППО при различных видах матриц		
	2 x 2	2 x 3	3 x 2
1000	56	32	33
500	59	35	37
300	52	38	35

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в эксперименте получены подтверждающие модель результаты в статистически значимом проценте случаев. След от первой матрицы остается

доступным и после того, как на него наложился след от второй матрицы. Влияние различий в МСИ между обеими матрицами оказалось статистически не значимым.

В табл.2 приведен ППО при воспроизведении обеих цифр, указанных послестимульной инструкцией, каждым испытуемым.

Таблица 2

Зависимость ППО от величины МСИ и количества цифр при различном расположении цифр в матрице (индивидуальные данные)

Испытуемые	МСИ, мсек	ППО при различных видах матриц		
		2 x 2	2 x 3	3 x 2
М.	1000	64	38	52
	500	61	46	58
	300	45	50	32
Н.	1000	55	46	41
	500	53	42	38
	300	49	34	32
С.	1000	28	30	24
	500	52	28	26
	300	55	44	34
П.	1000	59	23	30
	500	53	38	36
	300	53	33	44
Т.	1000	76	24	30
	500	75	33	26
	300	59	29	34

За исключением испытуемого М. в матрице вида 3 x 2 и испытуемого С. в матрице 2 x 2, при МСИ, равном 1000 мсек, в индивидуальных результатах не наблюдается больших отклонений от средних результатов, приведенных в табл. I.

Общее число правильных ответов было значительно больше того, которое включено в табл. I. Во многих случаях испытуемые давали правильный ответ по первой матрице и ошибались по второй или наоборот. Несомненно, при изучаемом режиме работы

пытуемых существенную роль играла интерференция предыдущего и последующего следов. Для выяснения характера этого влияния была проведена специальная обработка полученных результатов.

В табл. 3 приведен ППО, подсчитанный отдельно для всех ячеек первой и второй матриц. В таблицу включены данные по всем разновидностям матриц и всем вариантам МСИ. В верхнем углу каждой ячейки указан ППО на первую предъявленную матрицу, в нижнем углу - на вторую матрицу.

Т а б л и ц а 3

ППО, подсчитанный отдельно для первой и второй матриц из каждой предъявленной пары

93 73	78 74	95 76	90 68	91 48	91 52
68 55	82 56	82 49	72 75	80 64	79 86

МСИ = 1000 мсек

МСИ = 500 мсек

МСИ = 300 мсек

84 56	59 47	76 46	79 50	66 56	52 34	77 48	64 42	57 45
39 30	61 37	62 49	48 63	52 49	54 58	36 64	54 65	44 51

МСИ = 1000 мсек

МСИ = 500 мсек

МСИ = 300 мсек

70 53	67 58
68 57	75 39
64 40	42 35

МСИ = 1000 мсек

82 45	71 63
73 45	72 58
43 49	43 51

МСИ = 500 мсек

88 56	79 40
82 69	77 49
33 33	33 47

МСИ = 300 мсек

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что след от первой по времени предъявления матрицы действительно хранится и продолжает быть доступным для сканирующего механизма достаточно длительное время. Важно подчеркнуть, что описанные эксперименты отличаются от исследований, в которых применялись маскирующие стимулы. В нашем случае вторая по времени предъявления матрица оказывала не только маскирующее действие. Она содержала информацию, подлежащую обработке и частичному воспроизведению. Это значит, что испытуемые работали с двумя матрицами, т.е. запоминали и хранили некоторое время содержащуюся в них информацию.

Представляет интерес объем памяти испытуемых, выраженный в абсолютных величинах. В табл. 3 представлены средние результаты, полученные от всех испытуемых по всем видам матриц и всем интервалам, по запоминанию одновременно первой и второй матриц без различия их ячеек. Эти данные были вычислены следующим образом. Например, испытуемые в 80% случаев правильно воспроизвели цифру, указанную в постстимульной инструкции из первой матрицы, и в 64% случаев правильно воспроизвели цифру из второй матрицы 2x2 при МСИ 1000 мсек. Это значит, что они запомнили в среднем 3,2 цифры из первой матрицы и 2,6 цифры из второй матрицы. Ясно, что в среднем количество цифр, которые запомнили испытуемые из обеих матриц этого типа, равно  $3,2 + 2,6 = 5,8$  цифр. Аналогичным образом были обработаны и другие результаты.

Т а б л и ц а 4

Зависимость суммарного объема кратковременной памяти от величины МСИ и количества цифр в матрице (в абсолютных единицах)

МСИ, мсек	Объем при различных видах матриц		
	2 x 2	2 x 3	3 x 2
1000	5,8	6,5	6,7
500	6	6,6	6,9
300	5,8	6,5	6,8

Из табл. 4 видно, что при увеличении общего числа предъявляемых цифр от 8 до 12 объем памяти увеличивается примерно на одну цифру. Уменьшение интервала между предъявлением первой и второй матриц не привело к изменению объема памяти.

Вернемся к табл. 3, где представленные результаты характеризуют запоминание первой и второй матриц каждой пары. Сопоставление данных, приведенных в таблице, свидетельствует о том, что при предъявлении матрицы вида  $2 \times 2$  при всех МСИ и матриц  $2 \times 3$  и  $3 \times 2$  при интервалах 1000 мсек во всех ячейках испытуемые правильнее отвечают на первую матрицу. Но при МСИ 500 и 300 мсек в горизонтальных и вертикальных матрицах, состоящих из 6 ячеек, в нижних ячейках ППО выше на вторую матрицу. Это соотношение не случайно; даже в квадратной матрице, при времени МСИ 300 мсек, ППО на нижнюю правую ячейку в первой матрице лишь немногим выше, чем во второй. Создается впечатление, что такая инверсия правильных ответов связана главным образом с величиной МСИ, но она отчетливее видна лишь в матрицах с большим числом цифр.

#### Обсуждение результатов

Принятая в настоящем исследовании схема эксперимента может быть условно обозначена как схема симультанно-сукцессивного предъявления в сочетании с послестимульной инструкцией. Объем кратковременной памяти, обнаруженный в исследовании (5,8 - 6,9 цифр), представляет собой промежуточную величину между результатами полного (4,3 цифры) и частичного (9,1 цифры) воспроизведения при тахистоскопическом предъявлении тестового материала [6, 7]. Такие промежуточные результаты, по-видимому, могут быть объяснены своеобразным взаимодействием зрительной и слуховой памяти, которое складывается в опыте.

При МСИ, равном 1000 мсек, испытуемый успевает повторить и перевести в слуховую память из первой матрицы 3-4 цифры. Затем появляется вторая матрица, след которой удерживается некоторое время в зрительной кратковременной памяти. Поэтому испытуемый, получив инструкцию, имеет возможность повторять не все цифры второй матрицы, а только одну.

Таким образом, при предъявлении 8 цифр в слуховую память переводится 4-5 цифр и этого оказывается достаточным, чтобы в большинстве случаев дать правильный ответ.

Увеличение объема памяти в наших опытах по сравнению с методикой полного воспроизведения может быть объяснено тем, что испытуемые переводят в слуховую память примерно половину предъявленного им тестового материала.

Когда число предъявляемых цифр увеличивается до 12 (в обеих матрицах) при МСИ, равном 1000 мсек, то значительно снижается возможность перевода цифр первой матрицы в слуховую память. Испытуемые не успевают перевести все 6 цифр в слуховую память до появления второй матрицы. Они продолжают проговаривать последние цифры и после ее появления, что, по-видимому, снижает качество ее обработки, а соответственно, вызывает и падение ППО по второй матрице. Можно предположить, что задача консолидации следов, поступающих одновременно по двум каналам, слуховому и зрительному, связана с очень большими трудностями.

Иные и в известном смысле противоположные отношения складываются при коротких МСИ.

Уменьшение МСИ до 500 и 300 мсек уменьшает возможность испытуемого проговаривать цифры первой матрицы сразу же после ее предъявления. В этих условиях можно успевать проговорить 2-3 цифры до начала предъявления второй матрицы. Особый интерес представляют данные, полученные при МСИ, равном 300 мсек, когда возможность проговаривания сведена к минимуму, а ППО по первой матрице оказывается выше, чем по второй.

В этом случае общее время предъявления матрицы и время МСИ при предъявлении матрицы из 6 символов составляет 600 мсек. За это время испытуемые успевают, как правило, перевести в слуховую память верхний ряд цифр, запоминая его как трехзначное (в матрице  $3 \times 2$ ) или двузначное число (в матрице  $2 \times 3$ ). Нижние ряды не проговариваются и запоминаются зрительно. Причем когда появляется вторая матрица, то взгляд еще задерживается на нижней строке, и поэтому испытуемые лучше видят нижнюю строку второй матрицы. Испытуемый не успевает перевести в слуховую память все цифры второй матрицы, как появляется послестимульная инструкция. Здесь возможны две стратегии воспроизведения необходимых двух цифр.

Первая заключается в том, что испытуемый продолжает проговаривать цифры второй матрицы и по слуховому следу определяет необходимую цифру. Затем он пытается вспомнить цифры первой матрицы. Но так как времени на обработку второй матрицы ушло

больше 1000 мсек (250 мсек - время повторения одной цифры; 250 x 6 цифр = 1500 мсек), то зрительный след первой матрицы уже полностью угас. В этом случае ППО по первой матрице очень мал.

Вторая стратегия заключается в том, что испытуемый должен отказаться от проговаривания второй матрицы и определить необходимую цифру по зрительному следу сразу же за послестимульной инструкцией. В этом случае общее время, необходимое на обнаружение нужной цифры, лежит где-то в пределах 650 мсек (300 мсек на экспозицию + 100 мсек до послестимульной инструкции + 250 мсек на перевод одной цифры в слуховую память). За это время зрительный след первой матрицы еще не успел исчезнуть в данных условиях, несмотря на то что вторая матрица, несомненно, является по отношению к нему помехой.

Таким образом, при коротких МСИ в слуховую память не успевает надежно перевестись большая часть цифр из первой матрицы, как появляется вторая. Как ни странно, но это имеет и свою положительную сторону. Слуховая память оказывается более свободной для приема новой информации, чем при больших МСИ. И при коротких временных интервалах след от первой матрицы остается доступным для сканирующего механизма, несмотря на то что на него наложился след от второй матрицы.

#### Выводы

В исследовании подтверждена следующая гипотеза: наблюдатель имеет возможность сканировать последовательно зафиксированные один за другим сложные следы и выделять из них в соответствии с послестимульной инструкцией полезную информацию.

При работе с двумя сложными двухмерными следами матриц, следующих друг за другом с небольшими МСИ, испытуемые примерно с одинаковым успехом могут обращаться и к первому и ко второму следу.

Суммарный объем кратковременной памяти оказался независимым от МСИ. Обнаруженная инверсия правильных ответов между первой и второй матрицами объясняется динамикой следообразования в кратковременной зрительной и слуховой памяти.

#### Л и т е р а т у р а

1. В у ч е т и ч Г. Г. и З и н ч е н к о В. П. Сканирование последовательно фиксируемых следов в кратковременной памяти. - "Вопросы психологии", 1970, № 1.
2. В у ч е т и ч Г. Г. Исследование зрительной кратковременной памяти. Автореф. дисс. на соискание учен. степ. канд. психол наук. М., Изд-во МГУ, 1971.
3. З и н ч е н к о В. П. Перцептивные и мнемические элементы творческой деятельности. - "Вопросы психологии", 1968, № 2.
4. З и н ч е н к о В. П. Продуктивное восприятие. - "Вопросы психологии", 1971, № 6.
5. С п е р л и н г Дж. Информация, получаемая при коротких зрительных предъявлениях. - В сб.: Инженерная психология за рубежом. М., "Прогресс", 1967.
6. С п е р л и н г Дж. Модель зрительной памяти. - В сб.: Инженерная психология за рубежом. М., "Прогресс", 1967.
7. С т р е л к о в Ю. К. О некоторых временных параметрах обработки зрительной информации. Труды ВНИИТЭ. Эргономика, вып. 1. М., 1970.



Ю. К. Стрелков, А. А. Файнлейб

### МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ НА ЭВМ

Необходимость моделирования на ЭВМ отдельных психофизиологических экспериментов связана с трудностью их практического осуществления. Математическая модель памяти человека может быть построена на основе имеющихся данных с той или иной степенью точности, определяемой совпадением результатов модели и экспериментов. При достаточной точности модели можно ставить задачу определения значений отдельных параметров, характеризующих память человека и отраженных в модели.

В данной статье рассматривается следующий эксперимент. Испытуемому предъявлялась последовательность стимулов на экране или табло. Межстимульный интервал (МСИ) одинаков для всех членов последовательности. После окончания предъявления испытуемый должен был воспроизвести предъявленные стимулы в прямом порядке. Принимается допущение, что в условиях весьма коротких МСИ в процессе воспроизведения участвует лишь кратковременная память (КВП). Участие долговременной памяти в указанном случае сводится к распознаванию предъявляемых стимулов посредством отыскания в долговременной памяти соответствующих им копий.

Следующие четыре допущения описывают особенности процесса запоминания и воспроизведения из КВП.

1. Время кодирования, т.е. время передачи сигнала с сетчатки глаза в КВП, определяется зависимостью

$$t_{код}^o = t_{код}^o e^{\lambda x}, \quad (I)$$

где  $t_{код}^o$  — время кодирования при отсутствии в КВП информации о стимулах данной последовательности;

$x$  — количество стимулов последовательности, находящихся в КВП;

$\lambda$  — положительный числовой коэффициент.

2. Среднее время забывания стимула равно  $T_0$ , вероятность его забывания через время  $t$  равна

$$P(t) = \min \{1, t/T_0\}. \quad (2)$$

3. Кодирование очередного стимула может начаться лишь после того, как кончилось кодирование предыдущего. Введем следующие обозначения:  $t'_0$  — момент начала кодирования данного стимула;  $t'$  — момент начала показа данного стимула;  $t''$  — момент начала показа следующего стимула;  $t_{пок}$  — длительность показа стимулов. Вероятность правильного занесения информации о данном стимуле в КВП считается равной

$$P = A(t'_0) \min \left\{ 1, \frac{\int_{t'_0}^{t''} A(t) dt}{\int_{t'_0}^{t'_0+t_{пок}} A(t) dt} \right\}, \quad (3)$$

$$A(t) = \begin{cases} 1, & t' \leq t \leq t' + t_{пок}; \\ e^{-\mu(t-t'-t_{пок})}, & t > t' + t_{пок}. \end{cases}$$

Числовой коэффициент  $\mu$  характеризует быстроту угасания следа. Графическая иллюстрация сделанного допущения приводится на рис. 1.

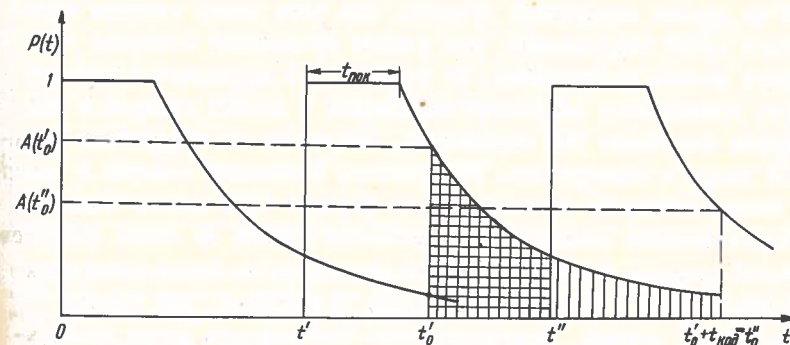


Рис. 1. Графическая иллюстрация выражения (3). Вероятность запоминания стимула в КВП пропорциональна его интенсивности в момент начала кодирования и зависит от МСИ

Выражение (3) показывает, что вероятность запоминания стимула в КВП пропорциональна его интенсивности в момент начала кодирования (первый множитель) и зависит от МСИ (второй множитель).

4. Известен минимальный МСИ ( $t_1$ ), при котором запись в КВП происходит без интерференции.

Таким образом, если  $i$ -й стимул предъявляется в тот момент, когда кодирование  $(i-1)$ -го стимула еще не завершено, то текущее кодирование прекращается и  $(i-1)$ -й стимул заносится в память с вероятностью, определяемой формулой (3), а начало кодирования  $i$ -го стимула смещается от начала его показа на величину  $t_1$ -МСИ  $> 0$ . В соответствии с приведенным допущением влияние предыдущих стимулов на качество запоминания последующих проявляется, с одной стороны, через уменьшение скорости кодирования по мере заполнения КВП (I) и, с другой стороны, через смещение момента начала кодирования последующих стимулов при незавершении кодирования предыдущих. Влияние последующих стимулов на предыдущие заключается в ограничении времени кодирования предыдущего стимула в случае предъявления нового.

В модели используются следующие временные характеристики:  $t_{опоз}$  - время опознания стимула;  $t_{до\ воспр}$  - время от последнего предъявления до начала воспроизведения. Вычисления на ЭВМ проводятся следующим образом.

Для каждого стимула последовательности с учетом времени опознания определяется, успеет ли информация о нем поступить в КВП до показа следующего стимула. При этом номер стимула определяет время кодирования, а с учетом предыдущих стимулов - и момент начала кодирования. По формуле (3) вычисляется вероятность правильного занесения информации о данном стимуле в КВП, которая позволяет ЭВМ определить, отложится ли информация в памяти данного испытуемого. Вероятность забывания стимула к моменту воспроизведения вычисляется по формуле (2), причем момент воспроизведения стимула  $t$  определяется исходя из числа стимулов, МСИ и  $t_{до\ воспр}$ . Осуществив такую процедуру со всеми стимулами и проведя опыт с достаточным числом испытуемых, ЭВМ выдает усредненные данные, характеризующие зависимость числа правильных ответов от режима предъявления стимулов.

В качестве эталона, по которому определялась точность описанной модели, были приняты результаты М. Каца [1]. Для отраже-

ния реальных ситуаций использовались следующие оперативные параметры:  $t_{код}^0$ ,  $t_1$ ,  $T_0$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$ . Число стимулов было равно 6, число испытуемых - 64,  $t_{пок}$  - 10 мсек.

Полученные результаты показывают, что увеличение  $\lambda$ , т.е. уменьшение объема КВП, ухудшает запоминание. Противоположное влияние на запоминание оказывает параметр  $T_0$ . В совокупности эти параметры обуславливают либо U-образный, либо W-образный вид кривых, изображающих зависимость вероятности правильного ответа от номера стимула (рис.2). На рис. 3 показано влияние параметра  $t_1$  (увеличение  $t_1$  влечет за собой ухудшение качества запоминания).

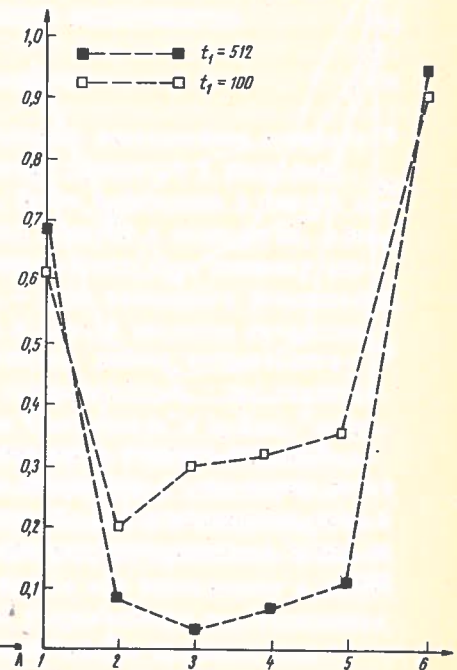
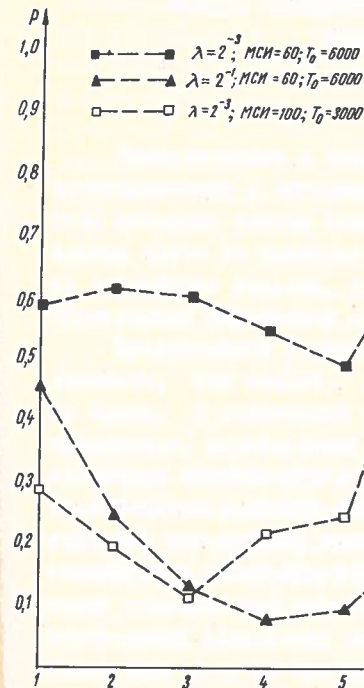


Рис. 2. Зависимость вероятности правильного ответа от позиции стимула для разных значений параметров  $\lambda$  и  $T_0$  ( $t_1 = 80$ ;  $t_{код} = 80$ ;  $\mu = 2^{-8}$ )

Рис. 3. Зависимость вероятности правильного ответа от позиции стимула для разных значений параметра  $t_1$  ( $t_{код} = 80$ ;  $\lambda = 2^{-3}$ ;  $\mu = 2^{-8}$ ;  $T_0 = 6000$ )

В итоге работы с моделью найдена группа параметров, дающая удовлетворительное согласование с результатами экспериментов

М. Майзнера при значениях МСИ, равных 60 и 100 мсек (рис. 4). Расхождение при больших значениях МСИ объясняется, по-видимому, использованием в этих условиях механизмов памяти, не учтенных в модели. В связи с этим имеются две возможности усовершенствования модели: 1) считать  $T_0$  функцией от МСИ; 2) ввести в модель блок повторения запомненных стимулов.

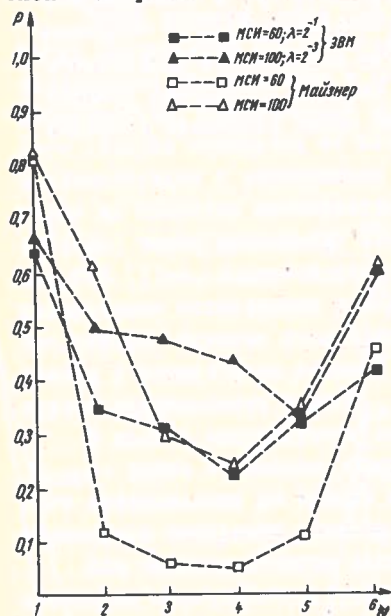


Рис. 4. Аппроксимация позиционных кривых, полученных в экспериментах М.Каца и др., с помощью теоретических выражений, положенных в основу модели ( $\mu = 2^{-8}$ ;  $t_1 = 80$ ;  $T_0 = 6000$ ;  $t_{код} = 80$ )

Известны попытки реализовать вторую возможность посредством изменения, в результате повторения стимула, параметра  $\mu$  в ходе эксперимента [2]. Структура модели такова, что без труда можно распространить работу с ней при различных значениях МСИ.

#### Л и т е р а т у р а

1. K a t z M. [et al.]. Visual information processing with sequentially presented inputs. - "Percept. Psychophys", v.7, N 3, pp. 149-152.
2. L a u g h e r y K.R. and P i n k u s A. A simulation model of short-term memory. - "J. of Math. Psych.", 1970, v.7, N 3.

Г. П. И л ь и н

### МОДЕЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ДЛЯ НЕКОТОРОГО КЛАССА ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

#### Общие сведения

Теоретические и экспериментальные исследования процесса восстановления в человеческой памяти привлекли в последние годы внимание многих психологов. Поиск информации в памяти является одним из наиболее известных понятий в психологии, однако разработка моделей, отображающих структуру и динамику преобразований информации в памяти, - дело последнего десятилетия.

Предпосылкой всякого поиска в памяти является множество объектов, или следов, среди которых должен осуществляться поиск. В приводимой модели предполагается, что свойства информации, определяющие качество запоминания и поиска, идентичны для всех стимулов некоторого класса. Для последовательностей достаточно однородных неповторяющихся стимулов это условие, по-видимому, выполняется и сводится к следующему: независимо от того, какой именно стимул будет предъявлен в некоторый определенный момент, вероятность его запоминания в соответствующих хранилищах информации и правильного восстановления будет одна и та же при фиксированном режиме предъявления.

В настоящее время нет единого мнения относительно количества типов хранилищ информации в человеческой памяти. Обнаружение различных эффектов кратковременной и долговременной памяти побудило большинство исследователей допустить существование трех относительно независимых хранилищ, хотя еще и недостаточно четко описанных. В данной статье эти хранилища на-

званы буфером, кратковременной памятью (КВП), долговременной памятью (ДВП). Функции, выполняемые сенсорной и перцептивной системами до поступления информации в КВП, относят иногда к механизмам, называемым "сенсорными регистрами", или "очень кратковременной памятью", или "иконической памятью". КВП называют также "первичной памятью", "активной вербальной памятью"; ДВП — "вторичной" или "постоянной" памятью.

Будем считать, что информация о стимуле находится в буфере, если не завершились процессы преобразования физического сигнала в сенсорный образ, сканирования и кодирования; эти процессы могут оборваться с предъявлением нового стимула, заполняющего буфер. Последнее допущение совпадает с допущением, принятым Ю.К. Стрелковым и А.А. Файнлейбом [2], однако в отличие от них мы будем считать, что указанные выше процессы начинаются в момент предъявления, а не смещаются на время, зависящее от числа и времени кодирования предыдущих стимулов.

Согласно экспериментальным работам, время хранения информации в КВП равно 15–20 сек, причем некоторые авторы считают, что это время может быть продлено, если в межстимульный интервал (МСИ) происходит "повторение" ("проговаривание") хранящегося в КВП образа. В настоящей работе делается иное предположение: внимание, уделяемое образу в КВП, сводится к "обучению и организации", приводящим к возможности передачи копии данного образа в ДВП.

ДВП является наиболее постоянным хранилищем информации. Сбой в ее функционировании в процессе восстановления относится в предлагаемой модели к неудачному поиску фактически присутствующей в ДВП информации.

Предлагаемая математическая модель отображает процессы запоминания и восстановления последовательностей однородных стимулов, причем различные результаты получаются для свободного восстановления, для восстановления в порядке предъявления и для восстановления в обратном порядке. Формулы, предсказывающие вероятности правильного ответа для всех стимулов в указанных трех случаях, получены для равных МСИ; их распространение на общий случай вызывает значительные вычислительные трудности.

При восстановлении последовательностей с равным МСИ наблюдаются известные эффекты: увеличение вероятности правильного

ответа для предъявляемых первыми (эффект первичности) и последними (эффект недавности) стимулов по сравнению с центральной группой стимулов. М. Глянцером [3] было высказано предположение, что эффект недавности объясняется тем, что последние стимулы, запоминаясь в КВП, находятся в ней менее продолжительное время и поэтому сохраняются там с большей вероятностью, чем начальные. Известны эксперименты [4], показывающие, что при искусственном оттягивании начала восстановления после окончания предъявлений эффект недавности значительно ослабевает, в то время как начальные и средние стимулы восстанавливаются с прежней вероятностью. Последний факт приводит к мысли, что восстановление начальных и средних стимулов при определенных условиях может происходить в основном из ДВП. Эксперименты М. Гляндера [4] подтверждают эту точку зрения. Схема восстановления, принятая в данной работе, приводит к тем же заключениям, хотя при очень малых МСИ влияние ДВП на качество восстановления становится минимальным и эффект первичности может быть объяснен исходя из других соображений, отраженных в модели.

#### Система памяти

Таким образом, мы исходим из того, что информация может содержаться в трех хранилищах — буфере, КВП и ДВП, в соответствии с чем каждый стимул может отображаться в системе памяти посредством следующих состояний: сенсорный образ в буфере, кодированный образ в ячейке КВП и копия образа в ДВП. Схема преобразования информации и перехода ее из одного хранилища в другое изображена на рис. 1.

Если за МСИ сенсорный образ стимула не был закодирован, то он попадает в разряд потерянных, в противном случае кодированный образ занимает одну ячейку КВП. Поскольку начало кодирования зависит от формирования сенсорного образа и сканирования, а конец — от момента предъявления следующего стимула, то вероятность запоминания образа в КВП зависит от способа предъявления и МСИ.

Как известно, в различных экспериментальных ситуациях объем КВП оценивается различными значениями, но максимально возможное число ячеек КВП, по-видимому, не превышает 7. Если исходить из постоянного объема КВП, то, по нашему мнению, рас-

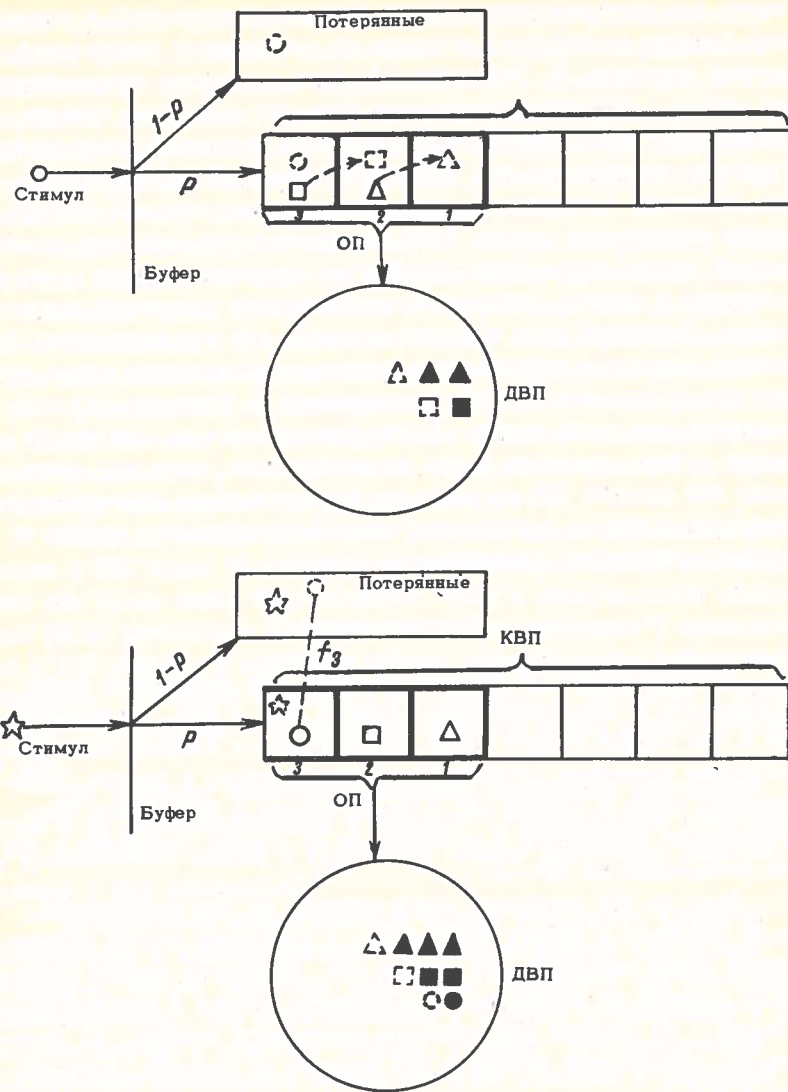


Рис. 1. Структура запоминания

хождения в оценке объема КВП возникает от того, что в конкретных экспериментах участвует лишь часть ячеек КВП, причем размер этой части определяется степенью консолидации следа в момент поступления в КВП. Мы предполагаем, что следами с данной степенью консолидации могут быть достигнуты  $r$  "внешних" ячеек КВП; для достижения более "глубоких" ячеек требуется большая консолидация. Естественно называть указанную часть ячеек КВП оперативной памятью (ОП). Наиболее глубокая ячейка ОП имеет номер 1, последующие, соответственно, 2, 3 и т.д.; наиболее "внешняя" ячейка имеет номер  $r$ .

Запоминание происходит в ОП по схеме, в значительной степени совпадающей с предложенной Аткинсоном и Шифриным [1]. При поступлении в ОП первый кодированный образ запоминается в  $r$ -й ячейке. При поступлении последующих образов новый образ заполняет  $r$ -ю ячейку, вызывая смещение уже находящихся в ОП образов на одну ячейку в глубину, этот процесс продолжается до полного заполнения ОП, т.е. до накопления в ней  $r$ -образов. Если ОП заполнена, то новый поступивший в нее образ вытесняет содержимое некоторой ячейки, причем предпочтение отдается более "внешним", "доступным" ячейкам.

Если передача образа в ОП произошла, то за время, остающееся до предъявления следующего стимула, образы, находящиеся в ОП, могут быть повторены, т.е. некоторое число их копий может отразиться в ДВП. Мы считаем, что суммарное число копий, отражаемых в ДВП при данном значении МСИ, не зависит от числа образов, находящихся в ОП. В разные интервалы в ДВП может отразиться один и тот же образ, что приводит к уже отмеченной в литературе линейной зависимости "силы", или интенсивности, образа в ДВП от времени его пребывания в ОП.

Перейдем теперь к процессу поиска и восстановления в памяти, отмечая приведенные выше три случая восстановления.

Как уже отмечалось, образ в ОП постепенно угасает и к моменту восстановления может оказаться забытым. В связи с этим существенен порядок восстановления.

#### С в о б о д н о е в о с с т а н о в л е н и е

При свободном восстановлении прежде всего выдается содержимое ОП, после чего происходит обращение к ДВП. Для каждого

из оставшихся невозстановленными стимула формируется множество поиска, состоящее из копий, содержащихся в ДВП, кроме тех, чьи прообразы имеются в ОП. За данное время восстановления испытуемый в состоянии произвести в ДВП некоторое число случайных проб в поисках нужной копии. Если этот поиск оканчивается неудачно, то формируется новое множество поиска, состоящее из всех объектов того класса, которому принадлежат предъявленные стимулы (цифры, буквы и т.п.), за исключением запомненных в ОП, и из этого множества наудачу выбирается некоторый объект в качестве ответа на данный стимул.

#### В о с с т а н о в л е н и е в п о р я д к е п р е д њ я в л е н и я

В этом случае восстановление происходит последовательно, независимо от того, в каком хранилище запоминается очередной стимул, поэтому восстановление стимулов из ОП будет зависеть от числа стимулов, восстановленных до него из ДВП и требующих значительных затрат времени по сравнению с восстановлением из ОП. Кроме того, множество поиска для стимулов, запомненных в ДВП, будет содержать большее число объектов, чем при свободном восстановлении, вследствие неполного извлечения содержимого ОП.

#### В о с с т а н о в л е н и е в о б р а т н о м п о р я д к е

Этот случай отличается от предыдущего тем, что в более неблагоприятном положении оказываются не последние, а первые стимулы. Наблюдаемые эффекты первичности и недавности объясняются в рамках данной модели следующим образом. Первые стимулы, попав в ОП, не могут быть вытеснены из нее до полного заполнения, т.е. до этого момента их образы могут давать копии в ДВП, причем с относительно большой вероятностью, поскольку ОП заполнена не до конца. Другое обстоятельство, усиливающее эффект первичности, заключается в механизме продвижения информации в незаполненной ОП: запомненные позднее (в незаполненную ОП) образы оказываются ближе к периферийной, более доступной при последующих вытеснениях части ОП, в то время как предъявляе-

мые последними стимулы, запечатлевшись в ОП, менее рискуют быть вытесненными из нее, чем предыдущие, вследствие меньшего числа последующих вытеснений. Область проявления эффекта недавности зависит от степени предпочтительности периферийных ячеек при вытеснении из заполненной ОП.

#### Математическая модель

При выводе соотношений, описывающих процессы запоминания и восстановления, использованы следующие основные обозначения:

- $D$  - число объектов класса, к которому принадлежат предъявляемые стимулы;
- $d$  - число предъявляемых стимулов;
- $\Delta t$  - МСИ, мсек;
- $t'$  - время от предъявления стимула до начала его кодирования;
- $A_i(t)$  - плотность вероятности кодирования  $i$ -го стимула;
- $\bar{x}_i(t)$  - вероятность угасания в ОП образа  $i$ -го стимула;
- $\alpha$  - параметр угасания образа в ОП;
- $r$  - число ячеек ОП;
- $\theta$  - математическое ожидание числа копий, посылаемых из ОП в ДВП за МСИ;
- $t_0$  - момент начала восстановления;
- $R$  - число проб в ДВП в поисках копии стимула;
- $T$  - время восстановления;
- $Q_i$  - вероятность сохранения в ОП образа  $i$ -го стимула к моменту восстановления;
- $M_i$  - математическое ожидание числа копий  $i$ -го стимула в ДВП к моменту восстановления;
- $t_i$  - момент восстановления  $i$ -го стимула из ОП;
- $P_i$  - вероятность успешного поиска в ДВП копии  $i$ -го стимула;
- $P_i^*$  - вероятность угадывания  $i$ -го стимула;
- $P_i^*$  - вероятность правильного ответа на  $i$ -й стимул;
- $v_i$  - объем заполненной части ОП после предъявления  $i$ -го стимула;
- $S_i^k$  - событие, заключающееся в записи образа  $i$ -го стимула в  $k$ -ю ячейку заполненной ОП.

Непосредственно экспериментальными условиями задаются величины  $D, d, \Delta t, t_0, T$ . Анализ условий предъявления позволяет оценить значения параметров  $t', A_i(t), \alpha, r, \theta$ . Собственно мо-

дель определяет выходные данные  $P_i$  в зависимости от правил восстановления (свободное, в порядке предъявления, в обратном порядке).

Отсчет времени будет вестись с момента предъявления первого стимула. Согласно проведенным экспериментам [2], время кодирования сенсорного образа можно считать равным 80 мсек, поэтому естественно принять

$$A_{i+1}(l \Delta t + t') = A_{i+1}(i \Delta t + t' + 80) = 0. \quad (1)$$

Используя равенство

$$\int_{l \Delta t + t'}^{i \Delta t + t' + 80} A_i(t) dt = 1,$$

можно в указанном интервале аппроксимировать функцию  $A_i(t)$  параболой типа

$$A_{i+1}(t) = \frac{(t-a)^2}{b}, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$ , как это можно найти из предыдущих условий, равны

$$a = i \Delta t + t' + 40; \quad b = \int_{i \Delta t + t'}^{i \Delta t + t' + 80} (t-a)^2 dt.$$

Согласно принятым условиям, вероятность запоминания в ОП кодированного образа за МСИ (вероятность правильного кодирования) равна

$$\rho = \int_{t'}^{t' + \Delta t} A_i(t) dt \quad (3)$$

и не зависит от номера стимула, что достаточно ясно подтверждается схемой, приведенной на рис. 2. Заметим, что в настоящей модели вероятность записи в ОП  $\rho$  не изменяется с заполнением ОП.

Для отражения процесса перехода информации из ОП в ДВП можно воспользоваться данными о том, что при МСИ, равном 1 сек, число "повторений" равно 3-4. Это замечание приводит к следующему соотношению:

$$\theta = \frac{\Delta t}{250}. \quad (4)$$

Параметр угасания следа в ОП  $\alpha$  можно оценить исходя из того, что время его хранения равно 15-20 сек. Действительно,

это допущение приводит к условию  $\pi_i(i \Delta t + 10000) \sim \frac{1}{4}$ . Принимая обычный экспоненциальный закон угасания

$$\pi_i(t) = e^{-\alpha(t - i \Delta t)}, \quad t > i \Delta t, \quad (5')$$

можно считать  $\alpha \sim \ln 4 / 10000$ . (5)

Таким образом, в качестве свободных параметров запоминания остаются величины  $t', r$ , а также вероятности вытеснения содержимого  $i$ -й,  $i = 1, 2, \dots, r$ , ячейки при заполненной ОП  $f_i$ . Для сведения выражений  $f_i$  к одному параметру воспользуемся сделанным предположением о предпочтительности внешних ячеек при вытеснении, а именно потребуем, чтобы  $f_i = f_r q^{r-i}$ ,  $q < 1$ . Поскольку  $\sum_{i=1}^r f_i = 1$ , нетрудно найти, что  $f_r = \frac{1-q}{1-q^r}$ .

Вводя параметр  $\delta = 1 - q$ , характеризующий степень предпочтения "внешних" ячеек, получим окончательное выражение для вероятности вытеснения содержимого  $i$ -й ячейки при поступлении в заполненную ОП нового кодированного образа

$$f_i = \frac{\delta(1-\delta)^{r-i}}{1-(1-\delta)^r}, \quad 1 \leq i \leq r. \quad (6)$$

При малых МСИ ( $\Delta t$ ) и достаточно больших последовательностях ( $d$ ) выполняется приближительное соотношение

$$f_r \sim 1 - \frac{\delta d - 1}{\delta d},$$

позволяющее в этих случаях оценивать параметр  $\delta$  по результатам соответствующих экспериментов.

- - МОМЕНТ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ;
- - МОМЕНТ ПОЛНОГО КОДИРОВАНИЯ

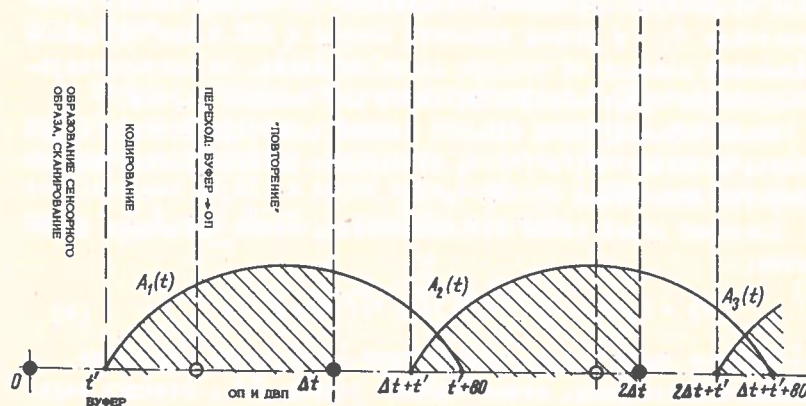


Рис. 2. Динамика запоминания

Перед тем как перейти к выводу выражений для показателей восстановления  $P_i$ ,  $Q_i$  и  $M_i$ , определим последнюю характеристику запоминания — число копий данного образа, отражаемых за МСИ из ОП в ДВП. Если ОП содержит  $n$  образов ( $n \leq r$ ), то в текущий МСИ некоторый фиксированный образ, находящийся в ОП, получит в ДВП  $Q/n$  копий, независимо от места в ОП. Если за  $\lambda$  МСИ в ОП были запомнены  $\mu$  ( $\mu \leq \lambda$ ) образов, то среднее число МСИ, в течение которых в ОП было заполнено ровно  $n$  ( $\nu \leq n < \nu + \mu \leq r$ ) ячеек ( $\nu$  — число заполненных ячеек ОП перед первым МСИ этой группы), равно  $\lambda/\mu$ , а число копий данного образа в ДВП увеличилось за это время на величину

$$c = \frac{\lambda}{\mu} \sum_{n=\nu}^{\nu+\mu-1} \frac{\theta}{n}. \quad (7)$$

При  $\nu=r$  и  $\mu = 1$  (случай заполненной ОП) формула (7) имеет вид

$$c = \lambda \frac{\theta}{r}. \quad (8)$$

Выражения (7) и (8) будут использованы в дальнейшем при выводе соотношений для  $M_i$ .

Обратимся теперь к количественному описанию процесса восстановления.

Если к моменту восстановления  $i$ -го стимула  $t_i$  его образ не был вытеснен из ОП, вероятность его восстановления из ОП равна  $\pi_i(t_i)$ ; если же его образа в ОП не оказалось, должен быть осуществлен поиск его копии в ДВП; в случае неудачного поиска происходит случайное отгадывание. Поскольку момент восстановления  $t_i$  и размер множеств поиска в ДВП и при случайном отгадывании зависят от порядка восстановления, то соответствующие параметры будут определены особо для каждого случая.

Таким образом, если процесс запоминания отражается в модели через величины  $Q_i$  и  $M_i$ , то процесс восстановления характеризуется величинами  $t_i$ ,  $\pi_i$  и  $\rho_i$ .

Согласно общей схеме восстановления, имеем следующее соотношение:

$$P_i = Q_i \pi_i(t_i) + (1 - Q_i) [\pi_i + (1 - \pi_i) \rho_i]. \quad (9)$$

Среднее число копий, находящихся в ДВП после окончания предъявления стимулов, можно считать равным  $\theta d$ , поэтому веро-

ятность отыскания копии  $i$ -го стимула за  $R$  попыток, по принятой схеме формирования множества поиска, равна

$$\pi_i = 1 - \left(1 - \frac{M_i}{Qd - N_i}\right)^R, \quad (10)$$

где  $N_i$  — число копий тех стимулов, которые восстановлены к моменту восстановления  $i$ -го стимула.

Вероятность случайного угадывания стимула при неудачном поиске в ДВП равна

$$\rho_i = \frac{1}{D - \pi_i}, \quad (11)$$

где  $\pi_i$  — число восстановленных стимулов к моменту восстановления  $i$ -го стимула.

Таким образом, после определения для соответствующих порядков восстановления величин  $t_i$ ,  $N_i$  и  $\pi_i$  задача отыскания  $P_i$  (9) сводится к определению основных характеристик запоминания —  $Q_i$  и  $M_i$ .

Ниже будет предполагаться, что известно среднее время поиска копии одного стимула  $\tau$ , которое можно считать равным

$$\tau = \frac{T}{d - r}. \quad (12)$$

#### С в о б о д н о е в о с с т а н о в л е н и е

Поскольку при свободном восстановлении прежде всего выдается содержимое ОП, то в случае наличия в ОП образа  $i$ -го стимула имеем

$$t_i = t_0. \quad (13)$$

Стимулы, образы которых отсутствовали в ОП, восстанавливаются в произвольном порядке, так что множества поиска для них примерно эквивалентны. Поскольку среднее число стимулов, восстановленных из ОП, и копий этих стимулов в ДВП, соответственно равны  $\sum_{n=1}^d Q_n$  и  $\sum_{n=1}^d Q_n M_n$ , то можно положить

$$N_i = \sum_{n=1}^d Q_n M_n; \quad (14)$$

$$\pi_i = \sum_{n=1}^d Q_n. \quad (15)$$



Восстановление в порядке  
предъявления

Среднее время, затраченное на поиск в ДВП копий стимулов, предшествующих  $i$ -му, равно в этом случае  $\sum_{n=1}^{i-1} (1-Q_n) \tau$ , поэтому

$$t_i = t_0 + \sum_{n=1}^{i-1} (1-Q_n) \tau. \quad (I6)$$

Общее число копий стимулов, восстановленных до  $i$ -го из ОП и ДВП, равно

$$N_i = \sum_{n=1}^{i-1} Q_n M_n + \sum_{n=1}^{i-1} (1-Q_n) \Pi_n M_n. \quad (I7)$$

Формула (I7) имеет рекурсивный характер. Сначала, при  $N_1 = 0$ , по формуле (IO) вычисляется  $\Pi_1$ , что по формуле (I7) определяет  $N_2$ . Если  $N_2$  подставить в выражение (IO), можно вычислить  $\Pi_2$  и т.д.

При восстановлении в порядке предъявления очевидно, что

$$\Pi_i = i-1. \quad (I8)$$

Восстановление в порядке,  
обратном предъявлению

Среднее время, затраченное на поиск в ДВП копий стимулов, предшествующих  $i$ -му (нумерация в порядке предъявления), в этом случае равно  $\sum_{n=i+1}^d (1-Q_n) \tau$ , поэтому

$$t_i = t_0 + \sum_{n=i+1}^d (1-Q_n) \tau. \quad (I9)$$

Аналогично выражению (I7) в данном случае получим

$$N_i = \sum_{n=i+1}^d Q_n M_n + \sum_{n=i+1}^d (1-Q_n) \Pi_n M_n. \quad (20)$$

Рекурсивное обращение к формулам (IO) и (20) будет в данном случае происходить, начиная с  $i=d$  при  $N_d = 0$ .

Кроме того, очевидно, что

$$\Pi_i = d-i.$$

Итак, предполагая заданными параметры  $t'$ ,  $r$ ,  $R$ , характеризующие свойства стимулов и режим предъявления и восстановления,

выражение (9) для вероятности правильного ответа будет полностью определено, если будут найдены величины  $Q_i$  и  $M_i$ .

Формулы для  $Q_i$  и  $M_i$  имеют различный вид, в зависимости от того, какой из двух случаев имеет место: а)  $1 \leq i \leq r$ ; б)  $r+1 \leq i \leq d$ .

Определим сначала  $Q_i$ .

Образ стимула не будет вытеснен к моменту восстановления из ОП в тех случаях, если после окончания предъявлений ОП еще не заполнена (вытеснение начинается с момента заполнения ОП) либо если после заполнения ОП в некоторый момент времени последующие кодированные образы не вытеснили данный. Эти соображения приводят к следующему соотношению:

$$Q_i = \sum_{k=1}^i P \{ [v_i = k] \wedge [v_{i-1} = k-1] \} \times \quad (21)$$

$$\times \left\{ \sum_{m=k}^{r-1} P(v_d = m | v_i = k) + \sum_{j=i+r-k}^d P \{ [v_j = r] \wedge [v_{j-1} = r-1] | v_i = k \} P \left( \sqrt{\frac{d}{S_q}} S_q^k \right) \right\},$$

где переменные индексы имеют следующий смысл:

$k$  - число заполненных ячеек ОП после запоминания образа  $i$ -го стимула;

$m$  - число заполненных ячеек ОП после окончания предъявлений стимулов;

$j$  - номер стимула, после предъявления которого была впервые заполнена  $i$ -я ячейка ОП;

$q$  - номер стимула, образ которого поступает в заполненную ОП.

Нетрудно убедиться, что вероятности, входящие в выражение (21), имеют следующие значения:

$$P \{ [v_i = k] \wedge [v_{i-1} = k-1] \} = P^k (1-P)^{i-k} C_{i-1}^{k-1}; \quad (22)$$

$$P(v_d = m | v_i = k) = P^{m-k} (1-P)^{d-i-m+k} C_{d-i}^{m-k}; \quad (23)$$

$$P \{ [v_j = r] \wedge [v_{j-1} = r-1] | v_i = k \} = P^{r-k} (1-P)^{j-i-r+k} C_{j-i-1}^{r-k-1}; \quad (24)$$

$$P \left( \sqrt{\frac{d}{S_q}} S_q^k \right) = (1-P f_k)^{d-j}. \quad (25)$$

Этот случай отличается от предыдущего тем, что теперь, кроме упомянутых в первом случае возможностей, необходимо принять во внимание возможность полного заполнения ОП до поступления

ния в нее образа  $i$ -го ( $i > r$ ) стимула. Аналогично выражению (21) получим

$$Q_i = \sum_{k=1}^r \{ [v_i=k] \wedge [v_{i-1}=k-1] \} \times \\ \times \left\langle \sum_{m=k}^{r-1} p(v_d=m | v_i=k) + \sum_{j=i+r-k}^d p([v_j=r] \wedge [v_{j-1}=r-1] | v_i=k) p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}) \right\rangle + \\ + p(v_{i-1}=r) \left[ \sum_{k=1}^r p(S_i^k) p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}) \right]. \quad (26)$$

Найдя, что

$$p(v_{i-1}=r) = \sum_{j=r}^{i-1} p^r (1-p)^{j-r} C_{j-1}^{r-1}, \quad (27)$$

и замечая, что  $p(S_i^k) = p f_k$ , с помощью формул (22-25) полностью определим выражение (26).

Обратимся теперь к определению  $M_i$ .

Используя формулы (7) и (8), найдем

$$M_i = \sum_{k=1}^i p \{ [v_i=k] \wedge [v_{i-1}=k-1] \} \times \\ \times \left\langle \sum_{m=k}^{r-1} p(v_d=m | v_i=k) \frac{d-i+1}{m-k+1} \sum_{n=k}^m \frac{\theta}{n} + \sum_{j=i+r-k}^d p([v_j=r] \wedge [v_{j-1}=r-1] | v_i=k) \times \right. \\ \left. \times \left[ \frac{j-i+1}{r-k+1} \sum_{n=k}^{r-1} \frac{\theta}{n} + \sum_{l=1}^{d-j} p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k} \wedge S_{j+l}^k) l \frac{\theta}{r} + p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}) (d-j+1) \frac{\theta}{r} \right] \right\rangle, \quad (28)$$

где кроме принятых выше введен индекс суммирования  $l$  (число запоминаний образов в заполненную ОП, не вытесняющих содержимое  $k$ -й ячейки). Формулы (22-25) полностью определяют выражение (28).

Аналогично отыскание  $Q_i$  в этом случае по сравнению с формулой (28) появляется дополнительный член

$$M_i = \sum_{k=1}^r p \{ [v_i=k] \wedge [v_{i-1}=k-1] \} \times \\ \times \left\langle \sum_{m=k}^{r-1} p(v_d=m | v_i=k) \frac{d-i+1}{m-k+1} \sum_{n=k}^m \frac{\theta}{n} + \sum_{j=i+r-k}^d p([v_j=r] \wedge [v_{j-1}=r-1] | v_i=k) \times \right. \\ \times \left[ \frac{j-i+1}{r-k+1} \sum_{n=k}^{r-1} \frac{\theta}{n} + \sum_{l=1}^{d-j} p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k} \wedge S_{j+l}^k) l \frac{\theta}{r} + p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}) (d-j+1) \frac{\theta}{r} \right] \rangle + \\ + \sum_{j=r}^{i-1} p \{ [v_j=r] \wedge [v_{j-1}=r-1] \} \sum_{k=1}^r p(S_i^k) \left[ \sum_{l=1}^{d-i} p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k} \wedge S_{i+l}^k) l \frac{\theta}{r} + p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}) (d-i+1) \frac{\theta}{r} \right]. \quad (29)$$

Все входящие в выражение (29) вероятности определены ранее.

Таким образом, задача определения вероятностей правильно-го ответа в сделанных предположениях решена полностью.

Приведем для наглядности последовательность необходимых операций при предсказании результатов конкретной экспериментальной ситуации. Непосредственно известны величины  $D, d, \Delta t, t_0, T$  и условия восстановления: свободное, в прямом или обратном порядке. Опытному определению подлежат параметры  $t', r, R, f_r$ , а параметры  $\alpha, \theta, \rho$  могут быть оценены по зависимостям (3) - (5). Этим величин достаточно для того, чтобы по формулам (21), (26), (28) и (29) вычислить параметры  $Q_i$  и  $M_i$ . Теперь, в зависимости от условий восстановления по формулам (13-15), (16-18) или (19-20), вычисляются параметры  $t_i, N_i, n_i$ , которые, в свою очередь, позволяют определить величины  $\hat{x}_i(t_i), \hat{m}_i, \hat{J}_i$  (формулы (5'), (10), (11)). Подставляя в выражение (9) полученные значения, получим искомые вероятности.

Можно отметить важный частный случай формул (21), (26), (28), (29), соответствующий достаточно большим МСИ (в схеме данной модели это эквивалентно условию  $t' + 80 < \Delta t$ ). Предельный переход при  $\rho \rightarrow 1$  (см. (3)) дает следующие выражения:

$$Q_i = \begin{cases} (1-f_i)^{d-r}, & 1 \leq i \leq r; \\ \sum_{k=1}^r f_k (1-f_k)^{d-i}, & r+1 \leq i \leq d; \end{cases} \quad (30)$$

$$M_i = \begin{cases} \sum_{n=i}^{r-1} \frac{\theta}{n} + \sum_{q=r+1}^d f_i (1-f_i)^{q-r-1} (q-r) \frac{\theta}{r} + (1-f_i)^{d-r} (d-r+1) \frac{\theta}{r}, & 1 \leq i \leq r; \\ \frac{\theta}{r} \sum_{k=1}^r f_k \left[ \sum_{q=i+1}^d f_k (1-f_k)^{q-i-1} (q-i) + (1-f_k)^{d-i} (d-i+1) \right], & r+1 \leq i \leq d. \end{cases} \quad (31)$$

Формулы (30) и (31) могут быть получены и непосредственно, если убедиться, что в этом случае имеют место соотношения

$$Q_i = \begin{cases} p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^i}), & 1 \leq i \leq r; \\ \sum_{k=1}^r p(S_i^k) p(\sqrt{\frac{d}{V} S_q^k}), & r+1 \leq i \leq d; \end{cases} \quad (32)$$

$$M_i = \begin{cases} \sum_{n=i}^{r-1} \frac{\theta}{n} + \sum_{q=r+1}^d P(\sqrt{S_q^i} v S_q^i) (q-r-1) \frac{\theta}{r} + P(\sqrt{S_r^i}) (d-r) \frac{\theta}{r}, & 1 \leq i \leq r; \\ \frac{\theta}{r} \sum_{k=1}^r P(S_i^k) \left[ \sum_{q=i+1}^d P(\sqrt{S_q^k} v S_q^k) (q-i-1) + P(\sqrt{S_i^k}) (d-i) \right], & r+1 \leq i \leq d. \end{cases} \quad (33)$$

Вычисления, проведенные на ЭВМ БЭСМ-6 по полученным формулам при гипотетических значениях свободных параметров, показывают, что в модели наблюдаются эффекты первичности и недавности, причем управление ими осуществляется изменением параметров в соответствии с теоретическими предпосылками, обсужденными в первых разделах статьи.

Что касается моделирования экспериментов с разными МСИ в пределах одной последовательности, то в рамках настоящей модели можно отображать аналогичные ситуации с помощью метода статистических испытаний, наподобие того, как это сделано в статье [2]. Необходимым условием такого моделирования является возможность установления зависимости между размером МСИ и степенью консолидации следа за этот период, определяющей доступные ячейки КВП.

#### Л и т е р а т у р а

1. А т к и н с о н Р. К. и Ш и ф р и н Р. М. Доклад на ХУШ Международном психологическом конгрессе. М., 1966.
2. С т р е л к о в Ю. К. и Ф а й н л е й б А. А. Моделирование кратковременной памяти на ЭВМ (настоящий сборник).
3. G l a n z e r M. and C u n i t z A. R. Two storage mechanisms in free recall. - "J. Verb. Learning and Verb. Behavior", 1966, № 5, pp. 351-360.
4. G l a n z e r M. and M e i n z e r A. The effects of intralist activity on free recall. - "J. of Verb. Learning and Verb. Behavior", 1967, № 6, pp. 928-935.

Ю. И. Л а ш к е в и ч

#### О НЕКОТОРЫХ ПРИНЦИПАХ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПАМЯТИ

При попытках раскрыть основной принцип функционирования памяти необходимо, по-видимому, опираться прежде всего на те элементарные особенности, которые свойственны всем ее видам без исключения. К важнейшим из таких особенностей можно отнести, во-первых, раздельность записи последовательных событий, как бы несмешиваемость их следов, по крайней мере свежих, и, во-вторых, сохранение информации о временных отношениях этих событий.

Во многих технических устройствах то и другое достигается самым простым способом - передвижением субстрата, на котором производится запись (например, в кино съемочном аппарате движется пленка, в магнитофоне - магнитная лента). Благодаря этому новая информация фиксируется на свободном участке субстрата и происходит развертка ее временной последовательности в пространстве. Очевидно, в мозгу должен существовать какой-то функциональный эквивалент этого способа, реализованный, однако, без движущихся частей. В настоящей статье будет кратко рассмотрен возможный нейронный механизм, который мог бы служить такого рода эквивалентом. Он основан на идее, близкой к представлениям Д. Хебба о формировании "нейронных ансамблей" [2]. Как мы увидим, этот механизм мог бы автоматически обеспечить не только раздельную запись событий, но и сохранение связи между ними, что необходимо для их воспроизведения в первоначальной последовательности.

Мы будем, так же как и Хебб, исходить из предположения, что элементарным следовым изменением в мозгу является увеличе-

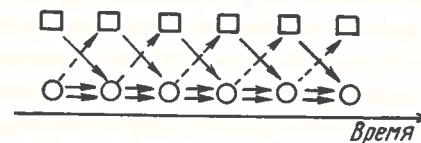
ние эффективности синаптической связи между нейронами: эффективность ее возрастает, если вслед за активацией данного синапса происходит возбуждение постсинаптического нейрона. В этом случае вся запись информации будет производиться на *в к о д а к* *в о з б у ж д е н н ы х* *н е й р о н о в*. А из этого непосредственно вытекает и способ разделения последовательных энграмм: в разные моменты времени возбуждаются различные группы нейронов, что и обеспечивает непрерывную смену участков записывающего субстрата.

Нервные клетки, служащие субстратом памяти, мы будем называть ассоциативными нейронами, а клетки, подводящие к ним сенсорную информацию, — проекционными нейронами. Элементарные первичные следы памяти будут локализованы в синапсах между аксонами проекционных клеток и ассоциативными нейронами.

Возбуждение ассоциативных нейронов в мозгу распределяется во времени более или менее равномерно. Для того чтобы упростить дальнейший анализ, мы введем в качестве удобного приближения модель с дискретным распределением активности нейронов во времени: предположим, что возбуждение их происходит в форме периодических "залпов", разделенных одинаковыми временными интервалами. В каждом таком "залпе" участвует определенная группа (ансамбль) нейронов. Во время разделительного интервала импульсы от возбужденных клеток доходят до какого-то другого множества ассоциативных нейронов, и те из этих нейронов, на которые конвергирует достаточное число импульсов, возбуждаются, образуя новый ансамбль. При этом проводимость соответствующих синапсов возрастает, так что последовательные нейронные ансамбли соединяются между собой односторонними связями в непрерывную цепь. На звеньях этой цепи и записывается в форме последовательных "кадров" сенсорный материал. В дальнейшем мы будем называть такую цепь "хрононемой", что означает "нить времени", а записанную на ней энграмму — "нейрофильмом".

В нашей вспомогательной модели хрононема условно разделена на отдельные звенья, на самом же деле ее следует представлять себе непрерывной (практически такая условность не меняет смысла). Описанные выше связи клеток хрононемы — от проекционных нейронов к ассоциативным и между ассоциативными нейронами — позволяют объяснить только принцип записи информации. По тому же типу

должны формироваться и обратные связи от ассоциативных клеток к проекционным, которые будут участвовать в воспроизведении записанного материала. Тогда общая схема связей для модели с дискретными ансамблями будет иметь вид, представленный на рисунке. Квадратиками обозначены группы проекционных нейронов, которые были возбуждены при восприятии в последовательные моменты времени; кружками — ансамбли ассоциативных клеток, образующие хрононему; каждая стрелка на схеме соответствует целой совокупности индивидуальных связей: двойные стрелки — продольные связи в хрононеме, оплошные одиночные — связи, формирующиеся в процессе записи информации и активирующие хрононему при повторном восприятии, пунктирные — одновременно образующиеся обратные связи, с помощью которых происходит воспроизведение информации при повторной активации хрононемы. Предполагается, что для ее активации при благоприятных условиях достаточно повторения даже небольшого фрагмента прошлого восприятия. Когда по активированной хрононеме пробегает вторичная волна возбуждения, информация считывается в той самой последовательности, в которой она записывалась.



Принципиальная схема организации энграммы на хрононеме

Рассмотренная схема возможных путей распространения возбуждения по связям, изображенная на рисунке, дает представление об элементарных функциональных возможностях хрононемного механизма. Она позволяет в принципе объяснить ассоциации по смежности в пространстве и во времени (в частности, выработку условных рефлексов, в том числе отставленных, и динамических стереотипов), а также многие виды ассоциаций по сходству. Однако предложенный механизм не может объяснить таких сложных явлений, как, например, распознавание зрительных образов при изменении их величины и положения относительно сетчатки глаза. Для этого нужно было бы, чтобы проекционные нейроны представляли не только первичную входную информацию, но и некоторые результаты ее пред-

варительной обработки с выделением обобщенных признаков. По-видимому, в отдельных анализаторах могли бы действовать какие-то усложненные, специализированные формы описанного механизма, приспособленные для выработки нужных обобщений, быть может, с участием других анализаторов. В относительно чистом виде хрононемный механизм мог бы, вероятно, функционировать в слуховой памяти, где в основном происходит запоминание, узнавание и воспроизведение элементов в их временной последовательности.

Хрононемная память автографична: она способна записывать не только сенсорную информацию, но и информацию, извлекаемую из нее самой (см. рисунок). Проекционные нейроны, возбуждаясь при активации энграмм, связываются с образующейся хрононемой таким же образом, как это происходит при записи первичных восприятий. Иными словами, модель способна перезаписывать свои собственные энграммы, в частности вписывать их в новый контекст, создавать из них новые сочетания, в случае одновременной или последовательной активации энграмм, которые раньше не были связаны между собой. Таким образом, предполагаемый механизм мог бы фиксировать процессы и результаты внутренней работы мозга: цепи ассоциаций, этапы мышления, продукты воображения.

В ходе развития модели ее можно представить как сложное образование многоуровневых структур, построенных из закреплённых участков хрононемы. Вероятно, что при этом роль проекционных нейронов могли бы брать на себя и бывшие ассоциативные нейроны. Они могли бы становиться вторичными представителями отдельных сенсорных элементов, что создавало бы возможность увеличения числа связей. Они могли бы становиться также представителями вторичных, обобщенных перцептивных элементов, например тех комплексов, которые получили название "оперативных единиц восприятия". Однако этот вопрос сложен и требует дальнейшего исследования.

В описанной схеме представлены прежде всего процессы первичной кратковременной памяти. Но это не значит, что долговременное запоминание требует какого-то иного механизма. Можно предположить, что образование долговременных следов будет происходить просто путем закрепления кратковременных энграмм в результате их повторной активации. Начальный этап такого закрепления можно связать с избирательной активацией некоторых

первичных следов (или их частей) в процессе самого восприятия (не исключено, что именно таков механизм выделения части сенсорной информации при произвольном и произвольном внимании [1]). При этом будут укрепляться только те связи, которые участвовали в записи соответствующей информации, т.е. очень небольшая часть связей первичной хрононемы. Таким образом, долговременные следы будут гораздо более экономными в смысле затраты нейронов, чем кратковременные.

Как видно из сказанного, по описанной модели хранение информации в памяти с самого начала осуществляется в форме с т а т и ч е с к и х следов — систем связей с повышенной проводимостью. Импульсы, продолжающие циркулировать по образовавшимся системам связей, служат не основным носителем информации, а лишь средством избирательного закрепления определенных участков первичного следа. Длительное или многократное воздействие какого-нибудь раздражителя само по себе не будет автоматически приводить к его прочному запоминанию, так как в результате непрерывной смены субстрата будет происходить не проторение одних и тех же путей, а последовательное образование новых, но очень нестойких связей. Проторение же происходит только при реверберации возбуждения, связанной с вниманием. Эта особенность, выявляемая моделью, вполне согласуется с фактическими данными о нашей способности к запоминанию.

Рассмотрим теперь некоторые количественные аспекты модели, которые важны в связи с вопросом о ее нейрофизиологической правдоподобности. С одной стороны, возбужденный ансамбль ассоциативных клеток (отдельный кадр хрононемы) не должен составлять слишком большую долю всей популяции нейронов, иначе кадры будут сильно перекрываться (т.е. иметь много общих нейронов), что создаст высокий уровень шума, к тому же запас свободных нейронов будет очень скоро исчерпан. С другой стороны, доля возбужденных нейронов не должна быть слишком малой, иначе возникнут трудности с записью информации. Ведь для эффективной записи необходимо, чтобы все проекционные нейроны, или хотя бы большинство их, имели преформированные потенциальные связи с клетками любого ансамбля возбужденных ассоциативных нейронов. Но если этот ансамбль будет очень мал, то соответственно мала будет и вероятность существования таких связей у отдельного проекционного нейрона. В этом случае запись информации может оказаться существенно неполной.

Возможна ли такая относительная величина возбужденного ансамбля, которая одновременно удовлетворяла бы обоим требованиям? По-видимому, на этот вопрос можно ответить утвердительно. Покажем это на ориентировочном примере. Пусть отдельный ансамбль возбужденных клеток составляет  $1/2000$  всей популяции ассоциативных нейронов. Тогда в любом другом ансамбле, активированном в какой-то иной момент, будет содержаться в среднем  $1/2000$  доля клеток, принадлежащих также и первому ансамблю. Таким образом, различные ансамбли практически не будут перекрываться. Если мы предположим, что первичный след сохраняется в памяти без подкрепления в течение 2 сек, а в каждую секунду записывается до 20 кадров, то одновременно будет существовать около 40 кадров первичного нейрофильма, которые охватят в общей сложности около 2% всех нейронов, и в каждом из них будет лишь 2% обих клеток. Таким образом, разделение последовательных записей будет вполне достаточным, а затрата нейронов - довольно скромной.

Посмотрим теперь, не будет ли доля возбужденных нейронов, равная  $1/2000$  общего числа нейронов, слишком малой с точки зрения полноты записи информации. Пусть в каждый момент возбуждено столько же проекционных нейронов, сколько имеется возбужденных ассоциативных клеток, тогда общее число возбужденных клеток составит около  $1/1000$  всех нейронов (общее число проекционных нейронов во много раз меньше числа ассоциативных, поэтому им можно пренебречь). Примем, что каждый нейрон имеет по 1000 входных и выходных связей. Тогда число активированных связей будет в 1000 раз больше числа возбужденных нейронов, т.е. оно будет примерно равно общему числу нейронов в популяции, так что на один нейрон будет в среднем приходиться по одному активированному входу. Но это только в среднем, в действительности же при случайном распределении связей будут нейроны, не имеющие ни одного активированного входа, и нейроны, имеющие по одному, два и более активированных входов.

Относительные количества нейронов различных классов должны соответствовать распределению Пуассона. Из таблицы этого распределения находим, что в нашем случае должно быть примерно 37% клеток без активированных входов, 37% клеток с одним, 18% с двумя, 6% с тремя, 1,5% с четырьмя, 0,3% с пятью, 0,05% с

шестью и 0,007% с семью активированными входами. Для поддержания стационарного процесса образования хрононемы нужно, чтобы последующий ансамбль возбужденных клеток также составлял около  $1/2000$ , т.е. 0,05% всех нейронов. Следовательно, для возбуждения клеток требуется в среднем около шести активированных входов; именно при этом условии, согласно распределению Пуассона, доля возбужденных нейронов составит примерно 0,05% всей их популяции. В среднем половина этих входов будет выходами нейронов предыдущего ансамбля, а другая половина - выходами проекционных нейронов. Таким образом, в нашем случае будет обеспечена, по-видимому, достаточная связь как между последовательными кадрами хрононемы, так и с проекционными нейронами. У одного проекционного нейрона будет в среднем три прямых связи с хрононемой, число обратных связей будет меньше - в среднем одна <sup>х)</sup>, но и это не так уж мало, особенно если учесть большую трудность воспроизведения по сравнению с узнаванием.

Из сказанного следует, что хрононемная модель не представляется явно нереалистичной с точки зрения требований к числу потенциальных межнейронных связей. А поскольку мы оперировали лишь относительными числами нейронов, этот вывод не зависит от их абсолютного числа в мозгу, если только это число достаточно для статистической реализации необходимых количественных отношений. Иными словами - этот вывод в равной мере относится к мозгу любых размеров, от величины мозга будут зависеть только такие вещи, как объем долговременной памяти, возможности формирования в ней сложных систем связей и т.п.

В хрононемной памяти отдельные энграммы будут представлены внешне случайными конstellациями нейронов, разбросанных на некотором пространстве, так что анатомическая локализация их будет диффузной и территории различных энграмм будут накладываться друг на друга. При этом нейроны, сохраняющие одни и те же элементы информации (избыточность записи), могут находиться в совершенно разных частях общей территории данной энграммы. Это согласуется с известным выводом многих нейрофизиологов о делокализованном характере следов памяти.

х) Это объясняется тем, что при восприятии возбуждение проекционных нейронов обеспечивается афферентными импульсами и может не зависеть от конвергенции на них импульсов, идущих от ассоциативных нейронов.

Остановимся еще на одном аспекте функционирования предполагаемого механизма памяти. Для его устойчивой работы необходимо, чтобы возбудимость ассоциативных нейронов, от которой зависит величина отдельного ансамбля хрононемы, поддерживалась на некотором оптимальном уровне. Для этого нужен соответствующий регулятор, который можно представить как отрицательную обратную связь, осуществляемую системой тормозных нейронов. Если возбуждается слишком много нейронов, в том числе и тормозных, средняя возбудимость понизится и это приведет к спаду возбуждения; а если этот спад превысит необходимый уровень, возбудимость опять возрастет, начнется новый подъем, и так далее. Число возбужденных нейронов будет колебаться около некоторой средней величины, т.е. процесс протекания хрононемы будет протекать волнообразно. Интересно, что поведение воли должно быть сходным с фактически наблюдаемыми особенностями альфа-ритма.

Как известно, альфа-ритм регистрируется при расслабленном состоянии психики и исчезает при активизации процессов восприятия или воображения. Примерно такую картину и должна давать работа хрононемного механизма. Когда внимание ни на чем не сосредоточено, в ассоциативных зонах будет доминировать процесс первичного образования хрононемы, равномерно распределенный по обширным областям мозга; в этих условиях регуляторные колебания возбудимости могут быть особенно четкими и синхронными. Совсем иначе должно обстоять дело, когда мозг активно воспринимает или перерабатывает информацию. Тогда картина будет осложняться быстрым возникновением местных очагов реверберации в образующихся следах памяти, постоянным перемещением этих очагов, а также активацией старых энграмм в результате ассоциативных процессов. По-видимому, это должно резко нарушать правильность и синхронность регуляторных волн, т.е. приводить к исчезновению колебаний, похожих на альфа-ритм мозга. Таким образом, модель позволила бы предсказать некоторые известные физиологические факты. Однако здесь нужна большая осторожность в выводах. Дело в том, что общая регуляция возбуждения, вероятно, необходима при любом механизме памяти и в любом случае активная работа мозга должна, по-видимому, нарушать синхронность регуляторных процессов.

В заключение рассмотрим некоторые общие соображения эволюционного порядка. Хрононемный механизм не требует почти никакой

специальной организации нервных структур, которую нужно было бы запрограммировать в генетическом аспекте. Для его осуществления в наиболее примитивной форме необходимы лишь следующие условия: 1) наличие достаточного количества случайных межнейронных связей; 2) кратковременное повышение активации этих связей — при возбуждении постсинаптического нейрона и более стойкое повышение активации — при многократном повторении такого события; 3) отсутствие подобного рода "обучающихся" связей между проекционными нейронами. Поэтому кажется вероятным, что именно такой механизм мог бы быть в первую очередь использован в процессе эволюции нервной системы. Даже в самой малоразвитой форме он уже способен выполнять функцию прогнозирования биологически значимых событий по их ближайшим предвестникам, выступающим в виде простых условных раздражителей. Распознавание сложных раздражителей, несомненно, было более поздним эволюционным приобретением. В связи с этим от схематизированной модели основного механизма памяти нельзя ожидать решения многих сложных явлений, свойственных отдельным видам памяти высших организмов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Д а ш к е в и ч Ю.И. Ассоциативные механизмы памяти и регуляция центральных проявлений внимания.— В сб.: Психологические механизмы памяти и ее закономерностей в процессе обучения. Харьков, 1970.
2. H e b b D.O. The Organization of Behaviour. N.Y., John Wiley, 1949.

А. И. Назаров, Н. Д. Гордеева,  
В. Г. Романюта

## ЭФФЕРЕНТНЫЕ РЕГУЛЯЦИИ В ЗРИТЕЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ

### Введение

Проблема эфферентных регуляций в зрительном восприятии обсуждается в двух, казалось бы совершенно разных системах понятий. Одна из них связана с исследованием принципов координированного управления так называемыми многосвязными объектами или взаимозависимыми процессами. Основной вывод, вытекающий из подобных исследований, заключается в том, что базовым принципом координации является организация адекватных структур обратных связей, охватывающих взаимодействующие подсистемы [7]. Психологический смысл этого положения становится очевидным, если учесть, что с помощью обратной связи осуществляется не только коррекция регулируемого процесса, но и выбор афферентации, на основании которой такая коррекция возможна. Эта характеристика обратной связи, совершенно игнорируемая в теории автоматического управления, наиболее полно отразилась в контексте генетических исследований А.В.Запорожца, В.П.Зинченко, А.Н.Леонтьева и др. С этими исследованиями связана другая система понятий (гипотеза уподобления, формирование функциональных органов, динамика образа, викарные перцептивные действия и т.д.), в которой, на наш взгляд, упомянутый выше принцип координированного управления может получить свое более конкретное выражение. Синтез обеих систем понятий представляет собой самостоятельную и довольно сложную задачу. Мы попытались сделать первый шаг в

этом направлении, избрав в качестве объекта экспериментального исследования зрительное восприятие.

Зрительную систему можно представить как многосвязное образование, в котором происходит многоуровневое взаимодействие нескольких подсистем [8]. С этой точки зрения эфферентные регуляции являются частным случаем разнообразных влияний обратных связей на зрительную афферентацию. До недавнего времени психологические аспекты этих влияний изучались односторонне, так как они связывались преимущественно с изменениями внешней стимуляции, вызванными движениями глаз наблюдателя. Однако изменения зрительной афферентации, вызванные произвольными или непроизвольными движениями глаз относительно объекта, представляют собой лишь одну из возможных форм афферентно-эфферентных взаимодействий. Среди них существуют и такие взаимодействия, которые не имеют явно выраженного моторного компонента. Двигательная активность глаз — это своего рода "внешняя речь" зрительной системы; эфферентные регуляции могут осуществляться и на уровне ее "внутренней речи", механизмы которой остаются пока мало изученными. Поэтому многие возражения против "моторной теории восприятия", получившей такое странное название от ее критиков (см., например, [2]) за подчеркивание роли движений глаз в формировании и функционировании зрительного образа, выглядят несостоятельными. Главное заключается в признании самого принципа эфферентных влияний на зрительную афферентацию, а не только в том, какая именно форма этих влияний является предметом исследования.

В связи с интериоризированными формами регуляций в зрительном восприятии особый интерес представляет выдвинутая недавно В.П.Зинченко гипотеза о регулировании чувствительности отдельных участков сетчатки движениями глаз наблюдателя [3]. Движения глаз в данном случае выступают как средство реализации внутренней программы последовательного включения различных каналов зрительной системы. Если это так, то следует признать, что местом подключения обратной связи, идущей от глазодвигательного аппарата, является не только периферическая подсистема объект-сетчатка, но и более высокие уровни переработки зрительной информации.

Упомянутая гипотеза находит косвенное подтверждение в исследованиях так называемого "саккадического подавления". Еще



в 1890 г. Экснер [15] обратил внимание на то, что во время саккадических движений глаз восприятие значительно ухудшается. Он объяснял это тем, что при быстром перемещении глаз изображение на сетчатке становится нечетким, расплывчатым. Той же точки зрения придерживались в своих работах Додж [13] и Будвортс [25]. Однако это объяснение оказалось несостоятельным, когда было показано, что ухудшение восприятия сохраняется в течение некоторого времени даже при очень короткой вспышке света (около 10 мксек); в этом случае изображение на сетчатке не успевало "размазаться". Более того, было установлено, что резкое снижение чувствительности зрительной системы имеет место не только во время саккадических движений, но и в течение некоторого времени до и после скачка. Саккадическое подавление наиболее подробно изучалось в работах Волкмена [24], Зубера и Старка [26], Лэгура [18], Билера [11] и др. Интересно, что саккадическое подавление сопровождается резким торможением вызванных ответов зрительной коры [16], а также торможением зрачкового рефлекса [20]. Оно может вызываться стимулами как зрительного, так и незрительного происхождения, например при вестибулярном нистагме [26]. Явление саккадического подавления обычно связывают с принципом реафферентации [17], согласно которому сенсорные входные сигналы модулируются сигналами обратной связи от двигательных систем. Сперри [21] называл аналогичную обратную связь "побочным" разрядом, возникающим в результате некоторой основной нервной активности. Подробное обсуждение этого явления содержится в работах Тьюбера [22].

Результаты, полученные при исследовании саккадического подавления, не получили должного отражения в решении каких бы то ни было общих вопросов зрительного восприятия. Это можно объяснить несколькими причинами, главная из которых заключается в том, что такое интересное явление рассматривалось лишь в его психофизическом и физиологическом аспектах. Исследователей интересовало прежде всего, насколько повышается пороговая яркость тестового сигнала, если он появится в поле зрения наблюдателя непосредственно перед скачком глаз или после него, как изменяется этот порог в различные моменты времени. При обсуждении полученных результатов выяснялся вопрос о центральной или периферической природе эффекта. Кроме того, условия экспериментов не позволяли сделать какие-либо обобщающие выводы, поскольку

ку тестировался либо небольшой участок поля зрения, либо количество стимулов сводилось к минимуму. В таких условиях испытуемый, как правило, решал единственную задачу — обнаружить тестовую вспышку, появившуюся в различные моменты времени до или после скачка глаз. Наконец, немаловажной причиной "отчуждения" данных о саккадическом подавлении явилось подчеркивание в них отрицательного аспекта, что нашло свое отражение и в самом названии феномена. Его положительный вклад в процесс восприятия, как правило, ускользал от внимания исследователей.

Описываемый ниже эксперимент мы построили так, чтобы по возможности преодолеть все эти недостатки. Уровень яркости и контраста тестовых сигналов был намного выше соответствующих порогов; многоканальное предъявление информации позволило исследовать работоспособность парацентральных и периферических входных каналов зрительной системы; наблюдение было бинокулярным. Такое приближение к естественным условиям зрительного восприятия и позволило применить методику саккадического подавления для проверки гипотезы о последовательном включении каналов зрительной системы движениями глаз наблюдателя. Смысл нашей методики заключался в том, чтобы, варьируя условия выполнения зрительной задачи, положение тестовых сигналов в поле зрения и величину их задержки относительно саккадического движения, оценить "работоспособность" зрительной системы на микроинтервалах времени фиксации, т.е. когда движение глаз уже закончено.

#### Техника и методика эксперимента

**Аппаратура.** В экспериментах применялся многоканальный телевизионный тахистоскоп, описанный в [9]. Он обеспечивал достаточно большое поле зрения (до  $30^\circ$  по вертикали и горизонтали), точно дозированные интервалы подсветки и задержки тестовых сигналов, регулировку яркости и контраста. Световые сигналы размером  $5 \times 5 \text{ мм}^2$  ( $14'$ ) высвечивались на индикаторе тахистоскопа (рис. 1) в следующем порядке. В начале пробы предъявлялась стартовая точка С, которая всегда располагалась так, как показано на рисунке. Через 1 сек она гасла, и в тот же момент появлялась фиксационная точка Ф, расположенная в центре экрана. Испытуемый вначале смотрел на стартовую точку, а затем на фиксационную, по мере их появления. Скачок глаз при переводе взгляда со стар-

товой точки на фиксационную регистрировался с помощью окулографического усилителя, описанного в [1]. Через некоторое время  $\Delta t$  после начала скачка на индикаторе появлялась одна из 24 тестовых точек Т, схема расположения которых также показана на рис. 1. Эти точки размещались равномерно по трем невидимым окружностям радиусом  $9,5^\circ$  (большой круг),  $6^\circ$  (средний круг) и  $4,5^\circ$  (малый круг). Во время пробы на той или иной окружности высвечивалась одна из восьми тестовых точек. В дальнейшем расстояние между Т и Ф по радиусу, выраженное в градусах, будем называть эксцентриситетом.

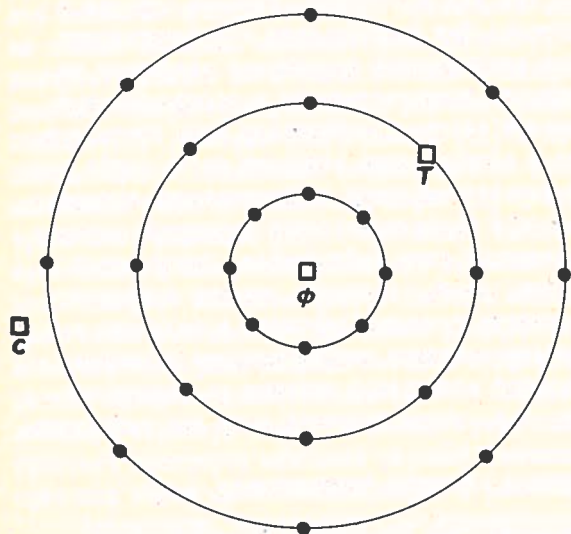


Рис. 1. Схема расположения стартового (С), фиксационного (Ф) и тестового (Т) сигналов на индикаторе телевизионного тахистоскопа. Черными кружками обозначено местоположение остальных тестовых точек

На запоминающем осциллографе СИ-37 во время каждой пробы регистрировалась осциллограмма, на которой были видны момент появления Ф, начало, окончание и амплитуда движения глаз испытуемого и момент появления Т. Это позволяло в ходе эксперимента следить за работой аппаратуры и соблюдением инструкции испытуемым.

**Методика.** Основными независимыми переменными в эксперименте были: 1) величина задержки  $\Delta t$  между завершающим моментом скачка глаз и высвечиванием одного из тестовых сигналов; эта задержка варьировалась в пределах  $0 \pm 150$  мсек; 2) тип зритель-

ной задачи - обнаружение или различение тестового сигнала. Продолжительность экспозиции точек С, Ф и Т была во всех случаях постоянной и равнялась соответственно 1000, 100 и 20 мсек. В инструкции испытуемому указывалось, что нужно обязательно фиксировать взглядом первые две точки С и Ф по мере их появления, причем скачок должен производиться по возможности быстрее. Соблюдение этих требований контролировалось во время каждой пробы по осциллограммам. Если испытуемый видел тестовый сигнал, то он называл его координаты. Для этого применялась часовая система отсчета: каждый тестовый сигнал рассматривался как соответствующее "время" на циферблате часов. Координаты тестового сигнала определялись "временем" и величиной эксцентриситета (большой, средний и малый). Ответ испытуемого выглядел, например, так: "9 часов, малый". Если испытуемый не замечал появления тестового сигнала и не мог назвать его координаты, он говорил: "Не видел". После ответа начиналась очередная проба.

При решении задачи на обнаружение все три световых сигнала (С, Ф и Т) появлялись последовательно на фоне полностью затемненного экрана. В задачах на различение на экране телевизионного индикатора постоянно высвечивался фон в виде набора точек, которые располагались так, как показано на рис. 1; при этом тестовым сигналом служило изменение яркости одной из точек. Яркость и уровень контраста, многократно превышающие соответствующие пороговые величины, подбирались индивидуально для каждого испытуемого, так, чтобы при зрительной фиксации центральной точки тестовый сигнал был хорошо виден, независимо от того, в каком месте экрана он появлялся.

Опыты проводились в затемненном помещении и начинались после 15-минутной адаптации испытуемого к темноте (задача на обнаружение). Порядок предъявления тестовых сигналов в различных участках экрана был случайным. На каждый тестовый сигнал приходилось по 5 предъявлений.

Всего было проведено одна контрольная и четыре основных серии, по два сеанса в каждой. В первом сеансе испытуемые решали задачу на обнаружение, во второй - задачу на различение. Контрольная серия состояла из 96 проб (12 тестовых сигналов  $\times$  2 сеанса  $\times$  4 задержки); в ней по одному разу экспонировались четыре тестовых сигнала (3, 6, 9 и 12 часов) каждого круга. Во время этой серии испытуемый смотрел только в центр экрана; этим исключались

скачки глаз, вызванные сменой точек фиксации и предшествующие появлению тестового сигнала. Каждая из основных серий проводилась по описанной выше методике при одном из значений  $\Delta t$ , равных 0, 50, 100, 150 мсек, и состояла из 240 проб (все 24 тестовых сигнала предъявлялись по 5 раз в двух сеансах). Следует заметить, что временной режим предъявления световых сигналов был одинаковым в контрольной и основных сериях; это обеспечивалось тем, что в первом случае задержка  $\Delta t$  отсчитывалась с момента появления фиксационной точки с учетом среднего времени глазодвигательной реакции для данного испытуемого.

**Испытуемые.** В опытах участвовали 3 испытуемых (мужчина и две женщины) не старше 25 лет с нормальным зрением. Предварительно их знакомили с условиями проведения экспериментов, обучали часовой системе отчета и абсолютной оценке величины эксцентриситета.

### Результаты

Анализ осциллограмм показал, что во время проведения опыта амплитуда и скорость скачка глаз при переводе взгляда со стартовой точки на фиксационную оставались постоянными. Средняя длительность скачка, равная  $30 \pm 5$  мсек, оказалась одинаковой у всех испытуемых.

При дальнейшем рассмотрении результатов важно учитывать следующее. Автоматический отчет задержки  $\Delta t$  начинался в тот момент, когда амплитуда окулометричного сигнала, возникающего в результате движения глаз, достигала приблизительно половины своего максимального значения. В этот момент взгляд испытуемого попадал на участок экрана, соответствующий 9 часам среднего круга, а от начала скачка проходило около 15 мсек. Напомним, что длительность экспозиции тестового сигнала равнялась 20 мсек. Это значит, что при  $\Delta t = 0$  тестовый сигнал фактически появлялся в середине скачка и исчезал приблизительно через 5 мсек после его завершения.

Ответы испытуемых оценивались либо как "правильные", либо как "неправильные". Правильным считался только тот ответ, при котором назывались истинные координаты тестового сигнала. Все остальные ответы считались неправильными, даже если испытуемый замечал появление сигнала, но неверно называл его координаты.

Следует отметить, что число ошибок такого типа было очень незначительным, особенно в задачах на различение. В некоторых, также весьма немногочисленных, случаях испытуемые говорили об ощущении слабой вспышки, которая охватывала все или большую часть поля зрения. Эти ответы представляют специальный интерес, однако, учитывая их эпизодичность в данном эксперименте, мы относили их к классу неправильных и не подвергали подробному анализу. Количество правильных ответов выражалось в процентах (ППО) и подсчитывалось отдельно для каждого испытуемого, типа задачи, эксцентриситета и серии эксперимента.

В контрольной серии у всех испытуемых ППО был равен 100. Испытуемые легко определяли координаты тестовых сигналов как при обнаружении, так и при различении. По результатам контрольных проб можно заключить, что в данных условиях эксперимента морфологическая неоднородность сетчатки, обуславливающая неодинаковую чувствительность и разрешающую способность зрительной системы для различных участков поля зрения, не оказывала никакого заметного влияния на уровень правильных ответов.

Рассмотрим результаты основных серий эксперимента отдельно для каждого сеанса. Сводные данные, полученные в первом сеансе, в котором решалась задача на обнаружение тестовых сигналов, представлены в табл. I. Показатели ППО усреднены по всем испытуемым. Такое усреднение было правомочным, так как, несмотря на индивидуальные различия в абсолютных величинах ППО, характер зависимости последних от продолжительности задержки  $\Delta t$  оказался у всех испытуемых одинаковым.

Т а б л и ц а I

Средние ППО при решении задачи на обнаружение в основных сериях эксперимента

Серия	Задержка $\Delta t$ , мсек	Эксцентриситет			ППО для всего поля зрения
		$4,5^\circ$	$6^\circ$	$9,5^\circ$	
1	0	77	67	87	77
2	50	97	75	90	87
3	100	85	90	90	88
4	150	90	95	97	94

На основании табл. I можно сделать два вывода. I. Уровень правильных ответов для всего поля зрения зависит от величины задержки  $\Delta t$ : при увеличении ее от 0 до 150 мсек ППО возрастает соответственно от 77 до 94. Это говорит о том, что способность к обнаружению тестовых сигналов, появляющихся в различных участках поля зрения, является функцией от времени, прошедшего после скачка глаз. 2. Величины ППО для различных эксцентриситетов оказываются неодинаковым для различных интервалов времени. При  $\Delta t \leq 50$  мсек имеется хорошо выраженная U-образная зависимость ППО от периферичности тестового сигнала, причем ее минимум приходится на участок, удаленный от центра на  $6^\circ$ . При  $\Delta t \geq 100$  мсек указанная зависимость сглаживается: разница между уровнями ППО для периферических и парацентральных участков поля зрения становится менее заметной (см. последние две строки табл. I).

Сводные данные для второго сеанса, в котором решалась задача на различение тестовых сигналов, представлены в табл. 2. Здесь также производилось усреднение показателей ППО по всем испытуемым, хотя индивидуальные различия в этом случае были выражены не только в абсолютных величинах, но и в характере исследуемой зависимости, о чем будет сказано ниже.

Т а б л и ц а 2

Средние ППО при решении задачи на различение  
в основных сериях эксперимента

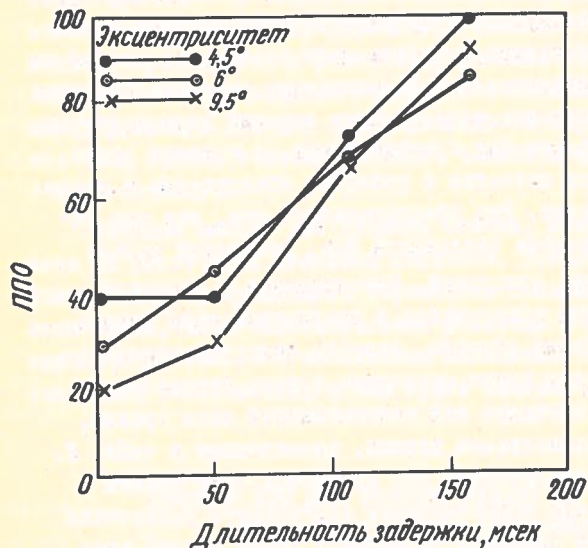
Серии	Задержка $\Delta t$ , мсек	Экцентриситет			ППО для всего поля зрения
		$4,5^\circ$	$6^\circ$	$9,5^\circ$	
1	0	40	31	20	30
2	50	40	45	31	39
3	100	74	73	73	73
4	150	100	88	90	93

В табл. 2 обращает на себя внимание низкие показатели ППО для первых двух серий эксперимента. Они более чем в два раза меньше соответствующих показателей, полученных в первом сеансе.

Только при увеличении  $\Delta t$  до 150 мсек различие между двумя сеансами практически исчезает (94% для задачи на обнаружение и 93% для задачи на различение). Учитывая условия эксперимента, это различие можно объяснить двумя причинами. Одна из них связана с уровнем контраста тестового сигнала, который во втором сеансе был значительно ниже, чем в первом, хотя и оставался намного выше порога различения. Другой причиной может быть разная степень заполненности поля зрения: в первом сеансе мы имели дело с последовательным включением трех небольших участков сетчатки, соответствующих стартовому, фиксационному и тестовому сигналам, появившимся в пустом поле зрения; во втором же сеансе постоянно стимулировались 26 отдельных участков сетчатки (см. рис. I). Для выяснения роли каждого из этих двух факторов в рассматриваемом эффекте был проведен опыт, в котором число стимулируемых участков сетчатки в условиях обнаружения и различения было бы одинаковым. Это обеспечивалось тем, что при решении задачи на различение создавался фон, состоящий только из трех световых точек: стартовой, фиксационной и тестовой. В этих условиях ППО для обнаружения и различения мало отличались друг от друга. Таким образом, степень снижения показателей ППО в первые моменты после окончания скачка существенно зависит от плотности сигналов или заполненности поля зрения.

Возвратимся к рассмотрению данных, приведенных в табл. 2. На основании средних показателей ППО для всего поля зрения можно сделать вывод, что эффективность зрительного различения существенно зависит от времени, прошедшего после скачка глаз. На рис. 2 эта зависимость изображена для разных эксцентриситетов. Наиболее существенные различия наблюдаются при  $\Delta t \leq 50$  мсек, затем они сглаживаются и местоположение тестового сигнала в поле зрения уже не сказывается на уровне ППО. Однако в характере этой зависимости имеется интересная особенность, которая не отражена в усредненных данных: при некоторых значениях  $\Delta t$  довольно значительное повышение ППО для периферических участков поля зрения может осуществляться при низком или даже понижающемся уровне ППО для центральных участков. Это показано на рис. 3, изображающем зависимость ППО от эксцентриситета, построенную по данным, полученным при ответах одного испытуемого. При  $\Delta t = 0$  ППО остается небольшим и мало зависит от величины эксцентриситета. С увеличением  $\Delta t$  до 50 мсек ППО для перифе-

рических участков резко повышается, тогда как для парацентрального ППО опускается ниже уровня, имевшего место при  $\Delta t = 0$  X). Это дает основание предположить, что при решении определенных зрительных задач разница в эффективности работы отдельных каналов зрительной системы определяется не только и не столько морфологической неоднородностью сетчатки, сколько временем, прошедшим после окончания скачка глаз. Последний оказывает разное влияние на работоспособность различных каналов.



Более полную картину работоспособности отдельных каналов зрительной системы можно получить путем составления специальных точечных карт (рис. 4). На этих картах диаметр черного пятна пропорционален ППО для соответствующего тестового сигнала. Здесь хорошо видно, что при увеличении задержки  $\Delta t$  ППО для различных участков поля зрения возрастает по направлению от центра к периферии. Анализ точечных карт, составленных для различных величин  $\Delta t$ , показывает, что локализация парацентральных и периферических зон, последовательно "включаемых" после окон-

X) Аналогичный эффект был получен в других, не описываемых здесь опытах, когда задержка  $\Delta t$  равнялась 120 мсек.

чания скачка глаз, индивидуальна для каждого испытуемого. Эти индивидуальные различия редуцируются лишь спустя 100-150 мсек после скачка.

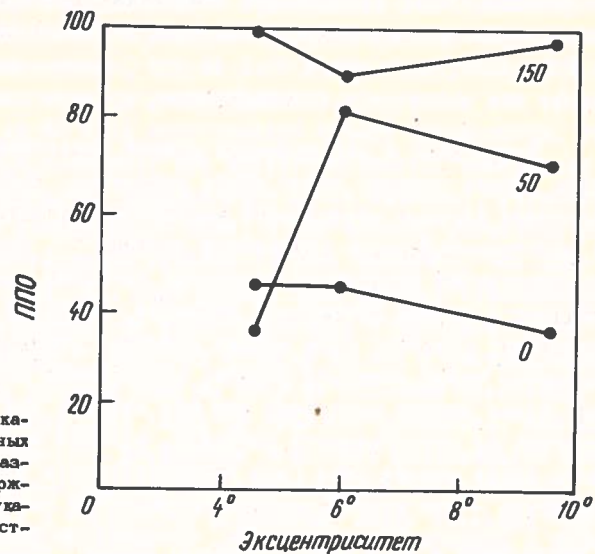


Рис. 3. Соотношение показателей ППО для разных эксцентриситетов при различных величинах задержки тестового сигнала (указаны против соответствующих кривых)

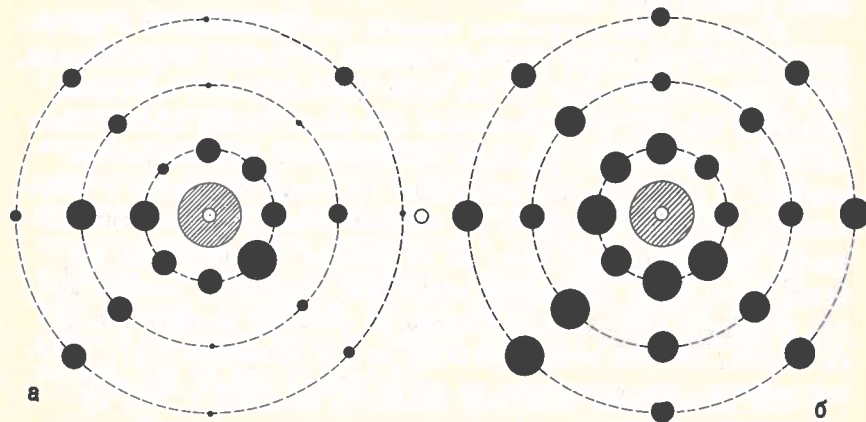


Рис. 4. Примеры точечных карт, характеризующих работоспособность входных каналов зрительной системы на микроинтервалах времени фиксации у одной испытуемой: а - тестовые сигналы предъявлялись при минимальной задержке  $\Delta t = 0$ ; б - при задержке  $\Delta t = 150$  мсек. (Величина черного пятна пропорциональна ППО для данного тестового сигнала; слева изображена стартовая точка, в центре - фиксационная; штриховкой обозначена зона фoveального зрения)

Заключая рассмотрение результатов, заметим, что обнаруженная динамика работоспособности зрительной системы на микроинтервалах времени фиксации определяется прежде всего саккадическими движениями глаз, так как при отсутствии таких движений эффективность зрительного восприятия всегда остается на 100%-ном уровне.

### Обсуждение

Полученные в эксперименте данные позволяют еще раз наметить четкую границу между двумя понятиями, характеризующими основные функции зрительного восприятия: чувствительностью и работоспособностью зрительной системы<sup>х)</sup>. Чувствительность характеризует восприятие пороговых сигналов, когда глаза находятся в режиме длительной фиксации. В случае сканирования различных участков поля зрения понятие чувствительности, определяемой через величину порога, оказывается недостаточным, так как будет сигнал воспринят или нет зависит уже не только и не столько от интенсивности сигналов, сколько от времени, прошедшего после скачка глаз (или предшествующего ему). Работоспособность — это характеристика зрительного восприятия, протекающего в условиях движений глаз, сменяющихся фиксациями того или иного участка поля зрения.

В связи с разграничением понятий чувствительности и работоспособности зрительной системы, имевшим не только теоретический, но и практический смысл (о чем будет сказано ниже), интересно отметить, что все психофизические измерения порога производятся обычно при зрительной фиксации стационарного или движущегося объекта. В этих условиях переходные процессы, связанные с микроскачками глаз, отсутствуют. Но так как любая фиксация сопровождается микродвижениями глаз, то ее следует рассматривать как целую серию слабо выраженных переходных процессов, которые могут оказывать существенное влияние на величину психофизического порога. Об этом свидетельствуют данные Дитчборна [14], который заметил, что испытуемые не могли видеть мелких смещений

<sup>х)</sup> На эту границу впервые указал А.И.Коган [6] при обсуждении вопроса об остроте зрения в классическом смысле этого термина, характеризующего нижний предел различения, и рабочей остроте зрения, характеризующей разрешающую способность зрительного восприятия в естественных условиях его протекания. См. также о различии между психофизическим и "оперативным" порогами в [5].

луча на экране осциллографа, если эти смещения происходили одновременно с микроскачками глаз. В работе Зубера и Старка [26], в которой выяснялась, в частности, связь произвольных микроскачков с явлением саккадического подавления, было показано, что, если световые вспышки появлялись за 25 мсек до или через 25 мсек после микроскачка, они не были видны испытуемым; 90%-ный уровень правильных ответов достигался при опережении или запаздывании вспышки на 50 мсек относительно начала микроскачка. Это дает основание предположить, что чувствительность, измеряемая при длительной фиксации, представляет собой величину, усредненную на интервале микроскачков глаз, и что частота последних может оказывать регулирующее влияние на нее: например, чем выше частота тремора глаз, тем ниже должен быть уровень чувствительности зрительной системы во время фиксации, и наоборот. Этот механизм, по-видимому, дополняет функцию зрачка в регулировании светового потока, которая сама по себе не способна обеспечить регуляцию чувствительности глаза на всем его диапазоне. Для подтверждения этой гипотезы достаточно дополнить классическую методику измерения зрительных порогов параллельной регистрацией микродвижений глаз и установить корреляцию между ответами "да"-"нет" для некоторого участка околопороговой зоны и изменением частоты микродвижений.

Рассмотренные выше результаты эксперимента свидетельствуют о наличии переходных процессов в зрительной системе, связанных с макроскачками глаз. На наш взгляд, эти процессы выражают не столько колебания чувствительности на микроинтервалах времени зрительной фиксации, сколько другие, более высокого порядка функции зрительного восприятия. Изменения чувствительности, происходящие во время организации и реализации эфферентного процесса, являются, по-видимому, только условием протекания этих функций, содержание которых далеко не совпадает с той внешней картиной, которую принято называть саккадическим подавлением. Что же это за функции?

На рис. 5 показана временная диаграмма зрительного восприятия<sup>х)</sup>, состоящего из последовательного чередования двух фаз — парасаккадической и фиксационной. Во время этих фаз ра-

<sup>х)</sup> При составлении этой диаграммы учитывались данные упоминавшихся выше зарубежных авторов, изучавших феномен саккадического подавления.

ботоспособность зрительной системы принимает, соответственно, два состояния. На интервале длительностью около 150 мсек, из которых в среднем 20–30 мсек приходится на скачок глаз, прием информации из внешнего мира отсутствует. Если даже он имеет место, то результатом является искаженное восприятие: вместо светящейся точки наблюдатель видит расплывчатую линию, когда эта точка предьявляется во время скачка; когда она появляется спустя 10–20 мсек, то ему кажется, что вспыхивает все поле зрения, как это иногда имело место в наших экспериментах; интересные иллюзии (например, неправильная локализация светового пятна в поле зрения) наблюдались нами в опытах, когда тестовый сигнал предьявлялся за 20–30 мсек до скачка. Адекватное считывание информации длится в среднем около 180 мсек и занимает только часть времени зрительной фиксации, которая продолжается в среднем около 300 мсек<sup>х</sup>). Считывание начинается через 70–150 мсек после завершения скачка и заканчивается приблизительно за такое же время до него.

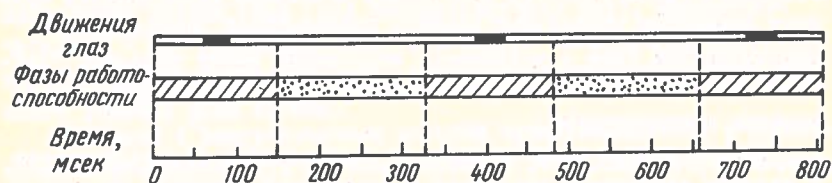


Рис. 5. Временная диаграмма чередования парасаккадической (штриховка) и фиксационной (точечный прямоугольник) фаз работоспособности зрительной системы. Скачки глаз выделены черными отрезками, фиксации – белыми

Приведенная диаграмма характеризует только временной режим работы зрительной системы и мало говорит о том, что же происходит в восприятии во время одной и другой фазы. Анализ этого имеет важное значение, так как двуфазность перцептивного процесса может создать ложное представление о том, что зрительная система открыта для приема информации только в течение неболь-

х) Мы не рассматриваем здесь более длительных фиксации, связанных с особыми условиями восприятия. Следует, однако, иметь в виду, что не всегда длительность фиксации совпадает с продолжительностью считывания информации.

шой части общего времени восприятия. Именно так заставляют думать многочисленные исследования саккадического подавления. Например, в работе Дегуре [18] при обсуждении вопроса о центральной или периферической природе этого феномена говорится: "... не проприоцепторы глазных мышц вызывают "ослепление" зрительной системы во время движений глаз, а скорее "слепой мозг" побуждает глаз начать движение" [18, стр. 261]. Линдслей [19], основываясь на эффекте повышения порога восприятия во время скачка глаз, предложил гипотезу "запирающего нейронного механизма", который синхронизируется альфа-ритмом и работает подобно obturатору кинокамеры. Додж и Вудворт [14] прямо говорили об отключении зрения во время саккадических движений. Во всех этих высказываниях учитывается только одна сторона работы зрительной системы, связанная с приемом информации из внешнего мира, и совершенно игнорируется другая, внутренняя сторона, связанная с запоминанием и переработкой информации, накопленной во время фиксации. При учете интериоризированных форм эфферентных регуляций, к которым следует отнести не только парасаккадические переходные процессы, но, по-видимому, и совпадающие с ними по времени викарные перцептивные действия (см. Зинченко, Вергилюс [3]), становится ясным, что зрительная система всегда остается открытой и афферентуемый ею мозг никогда не слепнет. Речь может идти только о разной направленности восприятия: в одном случае, соответствующем некоторому интервалу времени фиксации, оно ориентировано на внешний мир, в другом – на его отражение в виде следа, послеобраза, сенсорных эталонов и т.д. Положительная функция саккадического подавления заключается в создании оптимальных условий для адекватной переработки накопленной информации, в исключении интерференции уже образовавшегося следа с текущей афферентацией.

Подавление возможной интерференции представляет собой только одну из функций эфферентных регуляций афферентного потока. Время ее протекания может быть ограничено лишь продолжительностью скачка глаз, а область действия – периферическими отделами зрительной системы. Выяснение других аспектов этих регуляций, которые, безусловно, охватывают обе фазы перцептивного процесса, требует специального исследования. Есть основания предполагать, что парасаккадические переходные процессы связаны с такими функ-

циями, как формирование адресов памяти, в которую записывается информация, накопленная во время закончившейся фиксации, перевод информации из иконической памяти в кратковременную [4], построение инвариантного зрительного образа. Реализация всех этих функций (рис.6) требует временной "отстройки" от поступающей информации, переориентации восприятия на ее внутреннее отражение, что и обеспечивается каналами обратных связей, идущих от глазодвигательных систем к системам зрительной афферентации.

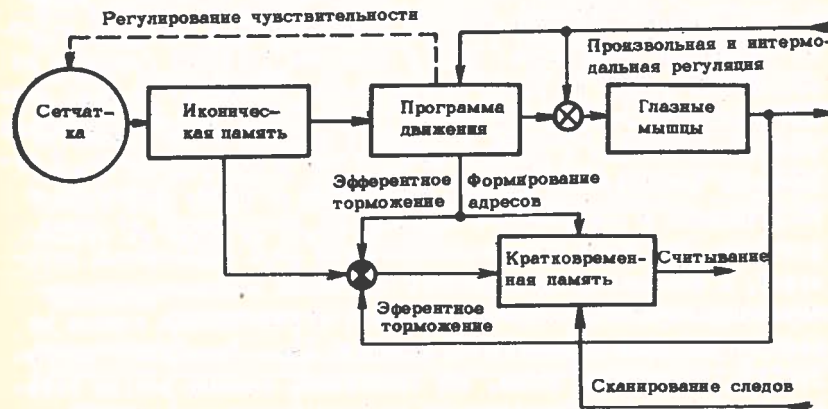


Рис.6. Схема эфферентных регуляций в зрительном восприятии. Пунктиром выделена возможная морфологическая связь окуломоторных регуляторов с сетчаткой. Каналы считывания и сканирования соответствуют прямой и обратной связям с долговременной памятью

В заключение остановимся на одном важном практическом приложении данных об эфферентных регуляциях в зрительном восприятии. На диаграмме, изображенной на рис. 5, приведены усредненные величины длительностей парасаккадической и фиксационной фаз. В каждом конкретном случае, в зависимости от характера и содержания зрительных задач, эти величины и соотношения между ними могут быть разными. Продолжительность парасаккадической фазы может меняться в зависимости от целого ряда факторов: яркости, контраста [26], локализации сигнала в поле зрения (см.рис. 4), состояния внимания [11], плотности сигналов и т.д. Все это важно учитывать при построении индикаторов с быстрой сменой инфор-

мации. В этом случае интенсивные движения глаз могут привести к снижению эффективности восприятия в результате увеличения удельного веса парасаккадической фазы. В качестве примера сошлемся на исследование Бейкера [10], в котором сравнивалась эффективность обнаружения целей на трех типах индикаторов кругового обзора. Первый тип – это индикатор с движущейся по кругу радиальной разверткой; чтобы обнаружить сигнал, оператор должен следить за движением луча развертки и непрерывно сканировать прилегающий к ней участок экрана. Второй тип – это индикатор с движущейся секторной разверткой; последняя имеет вид окна, в котором виден луч развертки и небольшой (около  $15^{\circ}$ ) примыкающий к нему участок экрана, остальная часть экрана остается невидимой для оператора. Третий тип представляет собой обращение первого: луч развертки неподвижен и расположен на горизонтальном радиусе, а обстановка, высвечиваемая на экране, движется относительно развертки. Нетрудно заметить, что наибольшее количество движений глаз приходится не первый тип индикатора, меньшее – на второй и наименьшее – на третий. Соответственно этому эффективность обнаружения в последнем случае оказалась на 30% выше, чем в первом.

Конечно, не следует делать поспешного вывода о том, что движения глаз вообще приводят к большим потерям информации и, соответственно, снижению эффективности восприятия. По-видимому, это характерно только для случаев очень быстрой смены информации, как это имеет место в приведенном примере. Общий принцип построения индикаторов такого типа заключается в том, чтобы период изменения информации был в несколько раз больше времени переходного процесса, связанного с саккадическими движениями глаз. При небольшой скорости смены информации следует избегать перцептивной перегрузки на фиксационной фазе, что часто имеет место, когда сигналы располагаются на небольшом участке экрана слишком плотно, хотя и с большим запасом по разрешающей способности зрения; ограничение движений глаз в этом случае может привести к затруднению перевода считываемой информации в кратковременную память для последующей переработки<sup>х)</sup>.

х) "Смотреть не значит видеть" – этот афоризм лучше всего характеризует отрицательный аспект слишком длительной фиксации.



## Резюме

Для проверки гипотезы о регулировании физиологического режима сетчатки (В.П. Зинченко) проводился эксперимент, в котором тестовые сигналы предъявлялись испытуемым с задержкой относительно движения глаз, вызванного сменой точки фиксации. Величина задержки варьировалась в диапазоне 0-150 мсек при решении зрительных задач на обнаружение и различение сигналов. По результатам эксперимента была составлена точечная карта работоспособности входных каналов зрительной системы на разных микроинтервалах времени фиксации и сделан вывод о наличии эфферентных регуляций зрительной афферентации. Саккадическое подавление рассматривается как частный случай таких регуляций, с которыми, по-видимому, связан целый ряд функций зрительного восприятия: настройка чувствительности периферических уровней анализатора, формирование адресов кратковременной памяти и инвариантных эталонов образа, чередование записи и считывания информации и т.д. Кратко обсуждаются некоторые прикладные аспекты полученных результатов.

## Л и т е р а т у р а

1. А зар ен ко в Е., А в то но м о в А. Н. Малошумящий усилитель биопотенциалов. Труды ВНИИТЭ. Эргономика, вып. I. М., 1970, стр. 180-186.
2. Г л е з е р В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. Л., "Наука", 1966.
3. З и н ч е н к о В. П., В е р г и л е с Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1969.
4. З и н ч е н к о В. П. Продуктивное восприятие. - "Вопросы психологии", № 6, 1971.
5. Инженерно-психологические требования к системам управления. М., 1967. (ВНИИТЭ).
6. К о г а н А. И. Зрительная работоспособность и бинокулярная система человека. Автореф. докт. дисс. М., 1968.

7. Н а з а р о в А. И. Опыт исследования координации группового управления. М., Изд-во МГУ, 1970.
8. Н а з а р о в А. И. Манипулирование обратной связью как метод исследования зрительной системы. Труды ВНИИТЭ. Эргономика, вып. I. М., 1970, стр. 31-54.
9. Н а з а р о в А. И., Р о м а н ю т а В. Г., Ю м а т о в а Л. И. Многоканальный телевизионный тахистоскоп. - "Вопросы психологии", 1972 (в печати).
10. B a k e r C.H. Target detection performance with a stationary radar sweep-line. In Sanders A.F. (Ed.), Attention and performance. Amsterdam, North-Holland, 1967, pp. 361-366.
11. B e e l e r G.W. Visual threshold changes resulting from spontaneous saccadic eye movements. - "Vision research", 1967, v.7, N 10, pp. 769-775.
12. D i t c h b u r n R.W. Eye-movements in relation to retinal action. - "Optica acta", 1955, v.I, pp. 171-176.
13. D o d g e R. Visual perception during eye movement. - "Psychological review", 1900, v.7, pp. 454-465.
14. D o d g e R. The illusion of clear vision during eye movement. - "Psychological bulletin", 1905, v.2, pp. 193-199.
15. E x n e r S. Verschwinden der Nachbilder bei Augenbewegungen. - "Zeitschrift für Psychology", 1890, I, ss. 47.
16. G r o s s E.G., V a u g h a n H.G., V a l l e n - s t e i n E. Inhibition of visual evoked responses to patterned stimuli during voluntary eye movements. - "Electroencephalography and clinical neuro-physiology", 1967, v. 22, pp. 204-209.
17. H o l s t E., M i t t e l s t a e d t H. Das reafferenzprinzip: Wechselwirkungen zwischen zentralvenssystem und peripherie. - "Naturwiss", 1950, 37, SS. 464-476.
18. L a t o u r P.L. Visual threshold during eye movements. "Vision research", 1962, v.2, pp. 261-262.
19. L i n d s l e y D.B. Psychological phenomena and the electroencephalogram. E.E.G. Clin. Neurophysiol., 1952, v.4, pp. 443-456.
20. L o r b e r M., Z u b e r B.L., S t a r k L. Suppression of the pupillary light reflex in binocular rivalry and saccadic suppression. - "Nature", 1965, v.208, pp. 558-560.

21. S p e r r y R.W. Neural basis of the spontaneous optokinetic response produced by visual inversion. - "Journal of comparative physiology and psychology", 1950, v.43, pp.482-489.
22. T e u b e r H.L. Sensory deprivation, sensory suppression and agnosia: notes for a neurological theory. - "Journal of nervous and mental disease", 1961, v.132, pp. 32-40.
23. V o l k m a n n F.C. Vision during voluntary saccadic eye movements. - "J.Opt. Soc. Am.", 1962, v.52, N 5, pp.571-578.
24. V o l k m a n n F.C., S c h i c k A.M.L., R i g g s L.A. Time course of visual inhibition during voluntary saccades.- "J.opt. Am", 1968, v.58, N 4, pp.562-569.
25. W o o d w o r t h R.S. Vision and localisation during eye movements. - "Psychological bulletin", 1906, v.3, N 1, pp.68-70.
26. Z u b e r B.L., S t a r k L. Saccadic suppression: elevation of visual threshold associated with saccadic eye movements. - "Experimental neurology", 1966, v.16, N 1, pp.65-79.

Н. Ю. В е р г и л е с

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ  
МЕТОДОМ СТАБИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ГЛАЗА  
(К вопросу о механизме адаптации зрения)

Исследования последних лет в области зрительного восприятия и ощущения все больше начинают отличаться по своей методике от классических исследований. Это можно объяснить как совершенствованием экспериментальной техники, так и некоторым изменением взглядов на механизмы возникновения зрительных ощущений.

В классических исследованиях психофизики и психофизиологии зрения предполагалось, что зрительное ощущение, возникающее под действием постоянного во времени светового раздражителя, является функцией только его интенсивности. Такой фактор, как движения глаз, а следовательно, и некоторое изменение освещенности участков сетчатки, во внимание не принимался. Предполагалось, что он снимается определенной инструкцией. Однако не учитывать движений глаз нельзя. Это было доказано многими исследователями [1, 5, 10]. Используя метод стабилизации изображения относительно глаза, они показали, что неподвижное изображение не воспринимается и ощущения яркости от любого неизменного по интенсивности стимула не возникает. Этому явлению можно дать только одно объяснение: в условиях стабилизации стимула относительно глаза нет периодического изменения освещенности участков сетчатки, в отличие от условий свободного рассматривания, и неизменный во времени световой поток не вызывает зрительного ощущения. Это подтверждается следующим фактом: неподвижное, но изменяющееся по яркости изображение, воспринимается так же, как

в естественных условиях. Зрительное ощущение возникает лишь при определенных скоростях изменения яркости. Вместе с тем в этих исследованиях лишь в общем рассматриваются механизмы возникновения зрительных ощущений и не дается никаких прогнозов в области таких явлений зрения, как адаптация, различительная чувствительность и др.

По фотохимической теории П.П. Лазарева [3], зрительное ощущение возникает в процессе разложения светоощущающего вещества с выделением ионизированных продуктов распада, которые и возбуждают концевые окончания зрительного нерва. При этом допускается, что время действия ионизированных продуктов на концевые окончания нерва совершенно безразлично, необходимо только, чтобы их концентрация достигла определенного уровня. Если этот уровень достигнут, то, сколько бы времени не продолжалось действие ионов на коллоидные вещества воспринимающих аппаратов, все равно будет идти реакция, приводящая к возникновению зрительного ощущения. Так, при постоянном раздражении яркостью стимула концентрация ионов, вызывающая рубажное зрительное ощущение, равна

$$A = \frac{a_1}{a_2} k I C,$$

где  $a_1, a_2$  - коэффициенты фотохимической реакции;  
 $k$  - постоянная поглощения света;  
 $I$  - яркость стимула;  
 $C$  - концентрация зрительного пурпура.

Формула, выведенная Лазаревым, вступает в некоторое противоречие с экспериментами, проводящимися в условиях стабилизации, где при постоянной яркости светового потока зрительное ощущение равно нулю.

Аналогичный вывод, по-видимому, получится для любых модификаций теории зрения, связывающих зрительное ощущение с количеством или концентрацией светоощущающих веществ. Так, по теории Х.Пюпера, зрительное ощущение определяется концентрацией раздражающего вещества, которая рассчитывается по формуле

$$C = \frac{a_1 a_2 k I C_0}{a_3 (a_1 k I + a_2)} (1 - \gamma e^{-a_3 t}),$$

где  $a_1, a_2, a_3$  - коэффициенты фотохимической реакции;  
 $C_0$  - исходная концентрация раздражающего вещества;  
 $\gamma$  - правильная дробь;

$e$  - основание натурального логарифма;  
 $t$  - время действия стимула.

При  $t \rightarrow \infty$  выражение приобретает вид

$$C = \frac{a_1 a_2 k I C}{a_3 (a_1 k I + a_2)},$$

т.е. имеет какую-то определенную величину, отличную от нуля, что также не совпадает с результатами экспериментов в условиях стабилизации.

Число ступеней зрительного ощущения - от черного до слепяще яркого - насчитывает не более 30, так как максимальная частота импульсов, проходящих по зрительному нерву, не превышает 500 гц, а минимальная, характеризующая слитное восприятие, не опускается ниже критической частоты слияния мельканий. Проанализировав соотношение частот импульсов в нервном волокне глаза, О. Ранке [6] пришел к выводу, что зрительная система может передавать информацию о яркости к центру лишь 28 ступенями различия. Отсюда следует, что в диапазоне воспринимаемых человеком яркостей от  $10^{-3}$  до  $10^5$  асб относительный порог различения, по теории Фехнера-Вебера, должен составлять величину порядка 70%. Фактические же измерения дают величину, не превышающую 1-2%.

Такое расхождение результатов можно объяснить, по-видимому, только тем, что в формулах не учитывается изменение чувствительности зрительной системы за счет адаптации. Х.Пьерон в своих исследованиях отмечает: влияние адаптации приводит к тому, что яркость, воспринимаемая при длительном освещении интенсивностью в 10 000 лк, оказывается равной яркости при освещении в 30 лк, воспринимаемой неадаптированным глазом. Формулы классической психофизики Г.Фехнера и более поздней субъективной психофизики С.Стивенса, описывающие только общий вид кривой зависимости зрительного ощущения от яркости, произвольно объединяют под одним математическим знаком различные механизмы зрительного анализатора. Однако, если учесть, что зрительное ощущение определяется скоростью изменения яркости  $[I, I_0]$ , а не абсолютной яркостью, и чувствительностью зрительной системы в данный момент, то величину зрительного ощущения можно представить функцией по крайней мере двух переменных, т.е.

$$E = f(I) \varphi(v),$$

где  $v$  - скорость изменения яркости.

Функция  $\varphi(U)$  является динамической характеристикой зрительной системы. Для ее определения величины разностных порогов должны измеряться при ограниченном времени действия светового стимула, чтобы избежать влияния адаптации. У Керном были сняты динамические характеристики зрительной системы при времени экспозиции, равном 0,5 сек, и при одной и той же адаптации в диапазоне изменения яркостей от  $10^{-1}$  до  $10^3$  асб. Можно приближенно считать, что полученные им кривые показывают линейную зависимость величины зрительного ощущения от яркости стимула.

Исследования ряда авторов [2,3] также показывают, что при малых периодах экспозиции стимула величина разностного порога определяется постоянной величиной  $\Delta I$ , т.е. при постоянной адаптации величина зрительного ощущения оказывается пропорциональной величине изменения яркости за данное время

$$E \cong \frac{\Delta I}{\Delta t} = U.$$

В общем виде связь между зрительным ощущением и действующей яркостью определяется как

$$E = f(I) \frac{\Delta I}{\Delta t}, \quad \text{или} \quad E = KU,$$

где  $K = f(I)$  - чувствительность зрительной системы;

$$U = \frac{\Delta I}{\Delta t} - \text{мгновенная скорость изменения яркости.}$$

Таким образом, вопрос сводится к отысканию функции  $f(I)$ , связывающей яркость действующего света  $I$  с чувствительностью зрительной системы  $K$ , и точному определению пороговых величин

$U_{пор}$ , вызывающих минимальное зрительное ощущение, при разных значениях чувствительности. Поскольку в классических экспериментах изменение освещенности в значительной степени зависит от движения глаз, создается вариативность  $\Delta t$ ; при этом  $\Delta I$ , определяемая как пороговая яркость, также оказывается переменной величиной.

Используя классические методы исследования зрительного восприятия (в условиях свободного рассматривания), невозможно учесть всех изменений освещенности сетчатки. Это вызывает необходимость многократных замеров и усреднения результатов. В связи с этой методической особенностью и появился термин "плавающий порог". Стивенс подчеркивает, что абсолютные пороги не явля-

ются инвариантными во времени, величина порога устанавливается с помощью статистических приемов интерполяции по стимулам, которые определенно меньше пороговых, и стимулам, которые определенно больше пороговых. То, что фиксируется как порог, является, таким образом, произвольной точкой внутри области вариативности стимулов и эта вариативность суть функция времени. Тем не менее есть основание полагать, что в каждый момент действительное положение порога в ряду стимулов является фиксированным и что с помощью новых методов исследования удастся обнаружить точную локализацию порогового сечения [7].

В условиях стабилизации изображения относительно глаза освещенность участков сетчатки может строго контролироваться и дозироваться, что, по-видимому, является основным условием получения одинаковых результатов замеров в различные моменты. Вместе с тем измерения в условиях стабилизации изображения имеют свою специфику, и, с нашей точки зрения, полезно затронуть некоторые вопросы, связанные с ней. Для этого сравним эксперименты классического типа и исследования, проведенные в условиях стабилизации изображения.

Абсолютная чувствительность глаза измеряется в классической психофизике несколькими методами, различающимися в основном точностью измерения: методом корректирования, когда наблюдатель корректирует величину стимула до тех пор, пока она не станет субъективно заметной (мерой точности в этом случае является средняя ошибка опытов); методом минимального изменения стимула, когда манипуляцию изменения стимула осуществляет экспериментатор, а наблюдатель сообщает, каково отношение воспринятого им стимула к стимулу, принятому за критерий (здесь показателем точности является среднее значение величины стимула), и др.

Для измерения абсолютных порогов в условиях стабилизации также используются эти методы, однако основная особенность заключается в том, что стимул может быть предъявлен лишь на незначительное время, ограниченное временем исчезновения изображения, равным 1-3 сек. С другой стороны, время действия стимула не должно быть слишком малым, чтобы не исказить результата, поскольку при времени меньше 100 мсек величина зрительного ощущения будет определяться произведением  $I t$ . При измерении абсолютной чувствительности глаза изменение яркости стимула должно

осуществляться скачком — от нуля до конечной величины. Тогда зрительное ощущение будет нарастать по закону, связанному только с инерцией зрительной системы, и определяться постоянной для данной яркости величиной  $\tau$  (постоянная времени). Таким образом, при подаче стимула с мгновенно нарастающей яркостью и при значительном времени его действия будет определена та минимальная скорость изменения яркости, которая необходима для возникновения зрительного ощущения. Так как величина  $\tau$  постоянная, отношение  $\frac{\tau}{T_{пор}}$  будет однозначно определять пороговую чувствительность зрительной системы и инвариантность абсолютных порогов во времени. В этой связи становится проблематичной гипотеза, связывающая вариативность зрительного порога и световые квантовые флуктуации. Во всяком случае, измерения квантовых флуктуаций методами классической психофизики, не учитывающими вариативности скорости светового потока, обусловленной движением глаз, не могут считаться достаточно убедительными [3,4]. Явления, связанные с влиянием не прямых раздражителей на чувствительность зрительного аппарата, также можно, по-видимому, рассматривать с точки зрения изменения тонуса глазных мышц, а не флуктуации пороговой чувствительности, о чем, в частности, говорит неизменяемость электрической чувствительности глаза при действии не прямых раздражителей [2,3,9].

Рассмотрим вопрос об измерении разностных порогов. Под разностным порогом понимают то минимальное изменение яркости, которое позволяет выделить стимул на тестовом фоне. Измерения разностных порогов проводят следующим образом. Сначала предъявляется тестовое поле и затем контрольный стимул (метод минимального изменения). Время между этими предъявлениями варьируется экспериментатором. Возможно ли использование этого метода в условиях стабилизации? Очевидно, что величина зрительного ощущения при неизменной яркости тестового поля будет постоянно убывать, пока не исчезнет вовсе. В этом случае величина зрительного ощущения от контрольного стимула, предъявленного позже, будет сравниваться с постоянно убывающей величиной ощущения от первого стимула. В то же время при значительном времени предъявления контрольного стимула ощущение от него также будет стремиться к нулю, т.е. при любых соотношениях яркостей через 2-5 сек наблюдатель не сможет различить не только разницы между тестами, но и сами тесты. Из этого следует, что измерения

разностных порогов могут производиться либо при строго дозированных коротких временных интервалах, подобно тахистоскопическим предъявлениям, либо при постоянном синхронном изменении яркостей тестов в течение значительного времени. Однако последний прием, предполагающий значительный перепад яркостей, не может быть использован, так как цель измерения — определение величины пороговой скорости при постоянной яркости. Кроме того, при больших временных интервалах измерений может сказываться изменение чувствительности зрительной системы, вызванное адаптацией.

Таким образом, при измерении и относительных и разностных порогов время экспозиции стимулов задается автоматически самим физиологическим механизмом, так же как при измерении абсолютных порогов. В этом случае величины  $E_1 = K \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$  и  $E_2 = K \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$  должны сравниваться только при условии  $3 \gg t > 0$ , чему будет удовлетворять постоянная времени нарастания зрительного ощущения  $\tau$ . Тогда разность  $E_1 - E_2 = K \frac{I_1}{\tau} - K \frac{I_2}{\tau}$  будет представлять разностный порог, определяемый как  $\Delta E = K(U_1 - U_2)$ . Показатель  $K$  определяет чувствительность зрительной системы при различной ее адаптации. Отсюда следует, что при измерении разностного порога необходимо точно знать величину чувствительности зрительной системы в момент измерения. Как будет показано ниже,  $K$  является функцией яркости стимула.

Прямых методов измерения световой адаптации нет, ее измеряют как фазу темновой адаптации после выключения адаптирующей яркости. Этот прием необходим для того, чтобы не смешивать измерений разностных порогов с измерениями абсолютной чувствительности глаза. Вместе с тем, если исключить субъективное восприятие адаптирующей яркости, т.е. сделать так, чтобы ощущение от адаптирующего поля было равно нулю, измерение относительной чувствительности можно производить таким же способом, как при определении абсолютных порогов, — способом измерения пороговой скорости. В условиях стабилизации измерение чувствительности можно произвести без выключения адаптирующего поля, если один из зрительных стимулов сделать переменным во времени, субъективно воспринимаемым, в то время как другой оставить неизменным. Такой прием позволит измерить влияние яркости адаптирующего поля на чувствительность зрительной системы и установить, в частности, как связаны между собой адекватные раздражители, вызывающие и не вызывающие зрительные ощущения.

В условиях стабилизации величина зрительного ощущения от адаптирующего поля  $E$  при  $t > 5$  сек будет равна нулю. При подаче тестового стимула будет восприниматься лишь пороговая скорость  $U_{пор}$ , или  $\frac{\Delta I}{t}$ , определяющая порог чувствительности, который, в свою очередь, будет зависеть от величины  $I$  адаптирующего поля, т.е.  $E = KU$ , где  $K = f(I) = \frac{1}{U_{пор}}$ . Таким образом,

для измерения чувствительности зрительной системы необходимо создать следующие условия: адаптирующее поле должно быть стабилизировано относительно глаза, а тестовый стимул, предъявляемый в ту же область сетчатки, не стабилизирован. Для этой цели была использована центральная присоска, на которой расположен источник света и светофильтры, создающие стабилизированное адаптирующее поле. Нестабилизованный стимул предъявлялся с помощью внешней установки, не связанной с присоской и представляющей собой упрощенный адиптометр (рис. 1).

Глазная присоска закреплялась на глазу; адаптирующее поле заданной интенсивности через систему линз и полупрозрачное зеркало, расположенное под углом  $45^\circ$  к оптической оси присоски, проецировалось на центральные участки сетчатки. Внешний стимул наблюдался через вертикальный тубус присоски и то же самое полупрозрачное зеркало. Положение стимула на сетчатке обуславливалось позицией внешней фиксации точки. Яркость адаптирующего поля создавалась с помощью лампы накаливания напряжением 1,2 в и мощностью 0,5 вт, расположенной в горизонтальном тубусе присоски. Лампа накаливания освещала матовый экран, чем обеспечивалось равномерное освещение адаптируемой области сетчатки. Ограничивающая диафрагма, находящаяся за экраном, определяла размеры адаптирующего поля; яркость поля изменялась ступенями — включением и выключением нейтральных светофильтров (рис. 2).

Таким образом, часть светового потока, прошедшего через линзу, отклоняется полупрозрачным зеркалом и направляется в глаз. Оставшаяся часть светового потока проходит через зеркало и поглощается черными стенками вертикального тубуса. Световой поток от внешнего стимула также разделяется на две части, одна из которых направляется в глаз и суммируется со световым потоком адаптирующего поля, а вторая поглощается черными стенками тубуса. Изменение цвета тестового и адаптирующего полей осуще-

ствлялось с помощью дополнительных цветных светофильтров, укрепленных или в одном тубусе, или в обоих вместе.

Эксперименты проводились в темноте после 10–15 мин темновой адаптации. Присоска закреплялась на одном глазу испытуемого, второй глаз прикрывался непрозрачной ширмой. Яркость лампы адаптирующего поля плавно увеличилась до оптимального режима, контролируемого вольтметром. Тестовый стимул предъявлялся после того, как испытуемый переставал замечать адаптирующее поле (обычно это наступает через 3–5 сек). Изменение яркости тестового стимула экспериментатор производил, используя ирисовую диафрагму, расположенную в объективе внешнего осветителя, и контролировал по шкале, нанесенной на корпусе объектива. Более резкое изменение яркости осуществлялось сменой нейтральных светофильтров с коэффициентами поглощения, равными 2,65 и 7.

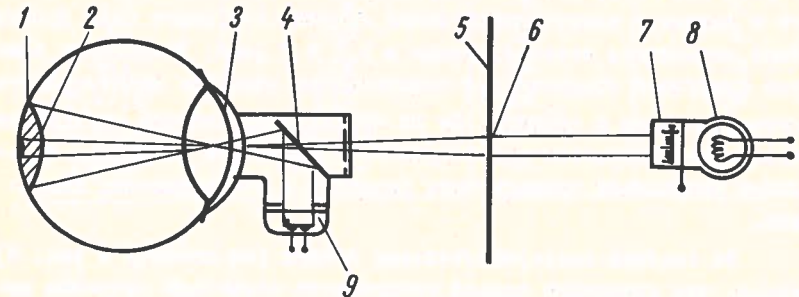
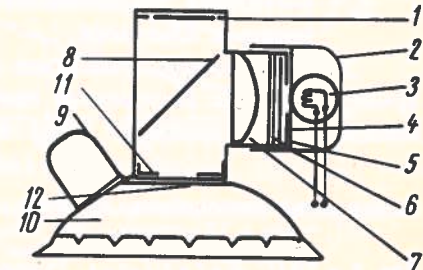


Рис. 1. Схема измерительной установки:

1 — проекция адаптирующего поля; 2 — проекция тестового стимула; 3 — глазная присоска; 4 — полупрозрачное зеркало; 5 — внешний матовый экран; 6 — изображение внешнего стимула; 7 — регулятор яркости внешнего стимула; 8 — внешний осветитель; 9 — внутренний источник адаптирующего светового потока

Рис. 2. Конструкция глазной присоски: 1 — вертикальный тубус; 2 — горизонтальный тубус; 3 — лампа накаливания; 4 — диафрагма, определяющая размеры адаптирующего поля; 5 — матовый экран; 6 — кассета нейтральных и цветных светофильтров; 7 — корректирующая линза; 8 — полупрозрачное стекло; 9 — резиновый баллончик для откачки воздуха; 10 — корпус присоски; 11 — внутренняя диафрагма; 12 — стеклянное окошко



Эксперимент делился на несколько этапов. Сначала испытуемый через вертикальный тубус присоски видел фиксационную световую точку, расположенную на внешнем экране. По мере увеличения яркости адаптирующего поля испытуемый видел светлый круг, который по истечении некоторого времени начинал бледнеть, сливаясь с фоном (им в данном случае служили черные стенки тубуса), и испытуемый вновь видел только внешнюю фиксационную точку. После этого экспериментатор, изменяя величину отверстия диафрагмы внешнего осветителя, увеличивал яркость тестового стимула до величины, когда испытуемый замечал его. Испытуемый наблюдал внешний стимул, едва заметный на темном фоне, аналогично тому как это происходит при измерении абсолютных порогов. Так, например, при увеличении яркости белого адаптирующего поля в 7 раз необходимо было увеличить яркость тестового стимула в 4 раза для того, чтобы испытуемый мог его обнаружить. Для синего и красного адаптирующих полей яркость тестового поля должна была измениться соответственно в 3,5 и 2 раза. Результаты замеров пороговой скорости при определенных яркостях адаптирующего поля приведены в таблице. Мы не производили замеров светотехнических характеристик адаптирующего и тестового стимулов, и поэтому результаты эксперимента выражены в относительных единицах.

Из анализа экспериментальных данных (см. таблицу и рис. 3) видно, что уравнение кривой зависимости пороговой скорости изменения яркости от яркости адаптирующего поля имеет вид

$$U = AI^{\alpha} + B_0,$$

где  $A$  — коэффициент размерности, определяющий относительную чувствительность зрительной системы для каждого цвета;

$\alpha$  — коэффициент наклона прямых;

$B_0$  — абсолютная чувствительность зрительной системы при темновой адаптации.

Для определения показателя степени можно воспользоваться приемом перевода результатов эксперимента в логарифмический масштаб. Тогда уравнение будет иметь вид

$$\ln U = \alpha \ln I + \ln A.$$

Вводя новые переменные, получим линейное уравнение

$$Z = \alpha U + i,$$

где  $Z = \ln U$ ;  $U = \ln I$ ;  $i = \ln A$ . Графики зависимости  $Z = \xi(U)$  пред-

ставляют прямые, проходящие близко от начала координат; коэффициент наклона прямых  $\alpha$  находится из отношения  $\frac{Z}{U}$ . Показатель  $K$ , определяющий чувствительность зрительной системы в зависимости от адаптирующей яркости, будет находиться из выражения

$$K = \frac{1}{AI^{\alpha} + B_0}.$$

Т а б л и ц а  
Зависимость пороговой скорости изменения яркости от яркости адаптирующего поля

Яркость адаптирующего поля	Пороговая скорость для адаптирующего света		
	белого	синего	красного
7	8	4	2
49	32	16	4
343	128	64	8
$2,4 \cdot 10^3$	512	224	16
$16,8 \cdot 10^3$	$2,048 \cdot 10^3$	448	32
$118 \cdot 10^3$	$8,35 \cdot 10^3$	—	64

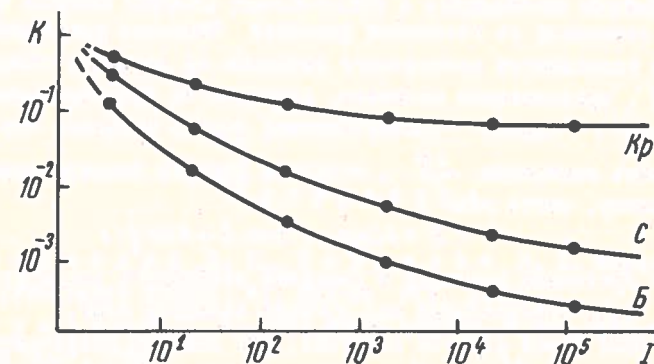


Рис. 3. Графики зависимости чувствительности  $K$  от яркости адаптирующего поля  $I$  для красного (Кр), белого (Б) и синего (С) цветов

Как видно из графиков (см. рис. 3), коэффициент  $\alpha$  является функцией длины световой волны. Временные характеристики световой адаптации в данной работе не рассматриваются, однако можно предположить, что в общем виде зависимость чувствительности от времени световой адаптации окажется одинаковой как для условий стабилизации, так и для свободного рассматривания.

Таким образом, зависимость чувствительности зрительной системы от величины и длительности действующего света можно выразить формулой

$$K = \frac{1}{A I^\alpha (1 - e^{-t/\theta}) + B_0},$$

а связь величины зрительного ощущения со стимулом формулой

$$E = \frac{I}{t [A I^\alpha (1 - e^{-t/\theta}) + B_0]}.$$

Для условий свободного рассматривания, когда скорость изменения яркости зависит от движений глаз, можно ориентировочно принять, что  $t = \tau$  (фиксированная величина), тогда

$$E = \frac{1}{\tau} \frac{1}{A I^\alpha + B_0}.$$

При некоторых средних значениях  $I$  величина  $E$  будет равна

$$E = \frac{C}{I^\gamma},$$

где  $\gamma$  - дробный показатель степени, определенный как  $1 - \alpha$ . Наши измерения для красного света дают величину  $\gamma$ , равную 0,65; для синего - 0,35 и для белого - 0,29, т.е. зависимость зрительного ощущения от яркости определяется соответственно как  $E_1 = \frac{C_1}{I^{0,65}}$ ;  $E_2 = \frac{C_2}{I^{0,35}}$  и  $E_3 = \frac{C_3}{I^{0,29}}$ . (Полученные величины совпадают со степенной функцией Стивенса для зрения). Формула зависимости зрительного ощущения от внешнего стимула  $E = K \ln I$ , предложенная Фехнером, выведена из предположения, что  $\Delta E = \frac{\Delta I}{I}$ , однако предшествующий разбор показал, что производились измерения  $\frac{\Delta V}{V}$ , откуда и формула Фехнера должна, по-видимому, иметь вид

$$E = k \ln v, \text{ или } E = K \ln \frac{I}{t},$$

где  $t$  - временной параметр в условиях свободного рассматривания, определяемый как функция движений глаз.

В этой связи следует отметить, что попытка скорректировать выражение  $\frac{\Delta I}{I} = \text{const}$  введением дополнительно коэффициента  $I_r$  (собственный свет сетчатки), т.е.  $\frac{\Delta I}{I + I_r}$ , не имеет

достаточных оснований, так как последнее отношение должно рассматриваться как  $\frac{\Delta V}{V + I_r}$ , а коэффициент  $I_r$  не может иметь размерности скорости, так как не связан с движениями глаз. Когда производятся измерения разностных порогов в короткие временные интервалы, формула может приобрести вид  $\Delta E = \frac{\Delta V}{I}$ , но в этом случае при интегрировании выражения не получится функции логарифма.

Таким образом, эксперименты в условиях стабилизации изображения относительно глаза показывают, что в зрительной системе одновременно действуют по крайней мере два механизма. Один из них ответственен за возникновение зрительного ощущения и связан с определенным изменением освещенности элементов сетчатки во времени, т.е. со скоростью изменения яркости, которая представляет переменную составляющую сигнала. Второй механизм связан с постоянной составляющей сигнала; он ответственен за чувствительность всей системы в данный момент времени и определяется величиной яркости стимула. Изменение чувствительности зрительной системы при постоянном адаптирующем поле зависит от спектрального состава излучения. Красный адаптирующий свет оказывает очень незначительное влияние на величину чувствительности. Это позволяет предположить, что основным светоощущающим аппаратом, влияющим на адаптацию, является палочковый. Можно ожидать, что использование описанного метода поможет решить некоторые спорные вопросы классической и современной психофизики.

#### Л и т е р а т у р а

1. З и н ч е н к о В. П., В е р г и л е с Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1969.
2. К р а в к о в С. В. Глаз и его работа. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1950.
3. Л а з а р е в П. П. Исследования по адаптации. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1947.
4. Л у з о в А. В. Инерция зрения. М., Оборонгиз, 1961.



5. П р и т ч а р д Р. Стабилизированные изображения на сетчатке и зрительное восприятие. - В кн.: Проблемы бионики. М., "Мир", 1965.
  6. Р а н к е О. Процессы регулирования в биологии. М., Изд-во ин. лит-ры, 1960.
  7. С т я и в е н с С. Экспериментальная психология. М., Изд-во ин. лит-ры, 1960.
  8. Ф р е с с П., П и а ж е Ж. Экспериментальная психология. М., "Прогресс", 1966.
  9. Х а р т р и д ж Г. Современные успехи физиологии зрения. М., Изд-во ин. лит-ры, 1952.
  10. Я р б у с А. Л. Роль движений глаз в процессе восприятия. М., "Наука", 1965.
- 

А. М. Л е в и н о в, В. М. Г о р д о н

#### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОРОГИ УЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТА ПО ДВУХМЕРНОМУ ПРИЗНАКУ

В теоретическом исследовании работы модели узнающей системы, сконструированной из искусственных нейронов [2], было показано, что движения глаза могут быть использованы для построения характеристик предъявляемого объекта, по которым этот объект может быть в дальнейшем опознан, т.е. движений глаза достаточно для построения некоторого кода, отвечающего данному объекту и определяющего его.

Из свойств модели следовало, что в качестве такого кода могут быть использованы аббревиатуры движений глаза, обследуемого предъявляемый объект, причем эти аббревиатуры определяют формирование кода при первоначальных предъявлениях объекта и категоризацию объекта на этапе узнавания. В силу иерархической структуры запоминающей части модели код фигуры образуется как аббревиатура кодов ее частей, т.е. в процессе обучения узнающей системы для каждого объекта строится некоторый его признак, который складывается из признаков частей объекта, но на конечном этапе обучения уже не сводится к признакам этих частей. Таким образом, код объекта определяет некоторый целостный его признак, неразложимый на простые признаки. Из сказанного следует, что если на этапе обучения системы в узнавании объекта участвуют коды (аббревиатуры) составляющих его частей, то после обучения объект узнается непосредственно, в узнавании участвует только код объекта как единого целого.

Гипотеза о возможности узнавания объекта по некоторому интегральному признаку, не сводящемуся к признакам его составляющих,

допускает экспериментальную проверку, которая опирается на следующие рассуждения. Пусть имеется некоторый класс объектов, которые различаются между собой значениями только одного признака (например, классом таких объектов могут быть круги, различающиеся между собой только радиусами; величина радиуса и есть значение признака данного круга). Пусть  $A$  — некоторый объект этого класса, отвечающий значению  $q$  признака  $P$ . Очевидно, что из-за несовершенства узнающего аппарата за объект  $A$  будут приниматься и такие объекты, которые несколько отличаются от  $A$  по значению признака  $P$ . Изобразим точкой  $M$  на числовой оси значение  $q$  признака  $P$ , отвечающее объекту  $A$  (рис. 1). Те объекты класса, которые отличаются от  $A$  по значению признака  $P$ , но настолько мало, что принимаются за  $A$ , будут лежать внутри некоторого отрезка  $BC$ . Любые точки вне этого отрезка будут отвечать объектам, относимым к не- $A$ . Обозначим длину отрезка  $MB$  через  $\Delta q'$ , а длину отрезка  $MC$  через  $\Delta q''$ . Эти величины соответствуют нижнему и верхнему дифференциальным порогам различения признака  $P$  при данном его значении  $q$ .

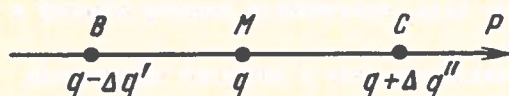


Рис. 1. Дифференциальные пороги узнавания объекта по значению одномерного признака

Рассмотрим теперь множество объектов, различающихся по значениям двух признаков —  $P_1$  и  $P_2$ . В этом случае объектам класса отвечает двухмерный признак, а признаки  $P_1$  и  $P_2$  являются его одномерными составляющими (одномерными признаками). Пусть объект  $A$  отвечает значениям  $q_1$  и  $q_2$  этих признаков. Тогда  $\Delta q_1'$ ,  $\Delta q_1''$  и  $\Delta q_2'$ ,  $\Delta q_2''$  — соответственно нижние и верхние дифференциальные пороги различения одномерных признаков при их значениях  $q_1$  и  $q_2$ . В прямоугольной системе координат отложим значения признака  $P_1$  на горизонтальной оси и  $P_2$  — на вертикальной. Тогда объекту  $A$  будет отвечать точка  $M$  с координатами  $q_1$  и  $q_2$ , а величины дифференциальных порогов определяют прямоугольник  $BCDE$  (рис. 2).

Легко убедиться, что для любой точки внутри этого прямоугольника отклонение от  $M$  будет меньше величины дифференциального порога, соответствующего порогу каждому из одномерных

признаков. Отсюда следует, что если на любом этапе тренировки процесс узнавания идет по значениям одномерных признаков, то объект, отвечающий точке внутри прямоугольника  $BCDE$ , будет отождествлен с  $A$ . Если же хотя бы один объект, отвечающий точке внутри прямоугольника  $BCDE$ , будет отнесен к не- $A$  по совокупности отклонений от  $M$  значений обоих признаков, то это будет означать, что в процессе тренировки для  $A$  построен некоторый интегральный признак, по которому осуществляется его узнавание. Как было сказано выше, такой интегральный двухмерный признак уже не будет сводиться к совокупности одномерных признаков. Но тогда, естественно, ему должен отвечать двухмерный дифференциальный порог различения, также не сводящийся к дифференциальным порогам различения составляющих одномерных признаков.

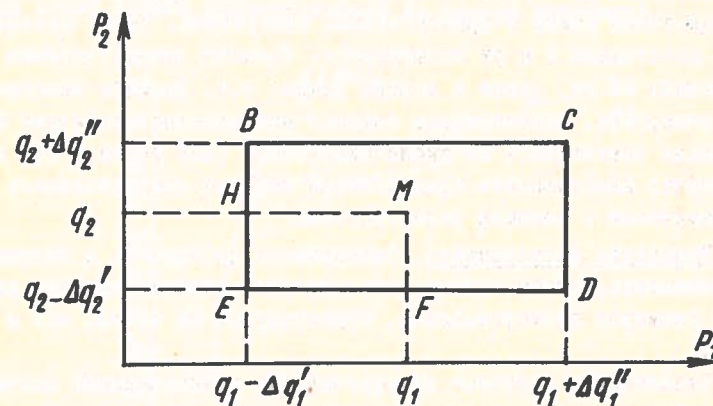


Рис. 2. Дифференциальные пороги узнавания объекта по значениям двухмерного признака

Очевидно, что отнесение объекта к не- $A$  при условии, что изменение значения каждого из одномерных признаков меньше порогового, должно являться важным подтверждением гипотезы о существовании интегральных многомерных признаков и соответствующих многомерных порогов, не сводящихся к одномерным. Описанный ниже эксперимент был посвящен проверке этой гипотезы.

### Методика и результаты эксперимента

**Испытуемые.** В эксперименте участвовало четверо испытуемых в возрасте 30–35 лет.

**Тестовый материал.** Испытуемым предъявлялся эталонный прямоугольник со сторонами  $l_1 = 24$  см и  $l_2 = 18$  см, а также тестовые прямоугольники. Последние отличались от эталонного своими размерами: либо была уменьшена длина только горизонтальной стороны, либо только вертикальной, либо обеих сторон. Величину уменьшения горизонтальной стороны будем обозначать через  $\Delta l_1$ , а вертикальной – через  $\Delta l_2$ . Для упрощения процедуры эксперимента одновременное уменьшение обеих сторон  $\Delta l_1, \Delta l_2$  рассматривалось только для случая  $\Delta l_1 = \Delta l_2$ .

**Аппаратура.** Как эталонный, так и тестовые прямоугольники предъявлялись на экране на просвет с помощью проектора "Свет" и специальной рамки с прямоугольным отверстием. Экран находился на расстоянии 1 м от испытуемого. Яркость прямоугольника составляла 30 нт. Длина и ширина рамки, т.е. размеры светящегося отверстия, изменялись с помощью микровинтов. Величина перемещения оценивалась по шкале микровинта (шаг винта – 0,5 мм). Постоянная длительность предъявления стимула обеспечивалась автоматически с помощью реле времени.

**Процедура эксперимента.** Эксперимент проводился в затемненном помещении, чтобы сделать невозможными попытки оценить изменение размеров прямоугольника, ориентируясь на стены, пол и потолок.

Эталонный и тестовые прямоугольники предъявлялись поочередно. Время предъявления каждого прямоугольника составляло 4 сек, величина МСИ – 10 сек. При предъявлении тестовых прямоугольников вначале изменялась длина только горизонтальной стороны, затем только вертикальной и, наконец, обеих сторон одновременно. При этом испытуемому сообщалось, что оценка размеров должна производиться по изменению сначала только одного признака, а затем одновременно двух.

Регулирование размеров прямоугольников производилось скрыто от испытуемого в интервалах между предъявлениями. Изменение тестовых прямоугольников начиналось с некоторой малой величины уменьшения  $\Delta l$  сначала горизонтальной, затем вертикальной и вслед за этим обеих сторон одновременно. Если после трехкратно-

го предъявления прямоугольника таких размеров он идентифицировался как эталонный,  $\Delta l$  увеличивалась. Увеличение продолжалось до тех пор, пока испытуемые не идентифицировали прямоугольник как не-эталонный (не менее чем в 80% случаев).

В одном опыте пороги измерялись дважды: до и после решения дополнительных зрительных задач. С каждым испытуемым было проведено три опыта. Общее число предъявлений равнялось 70 за один опыт.

**Результаты эксперимента.** Результаты, полученные в ходе эксперимента, приведены в таблице и на рис.3. В таблице отдельно по каждому испытуемому и по каждой серии опытов приведены пороговые значения  $\Delta l_1$  (величина изменения горизонтальной стороны прямоугольника),  $\Delta l_2$  (величина изменения его вертикальной стороны) и  $\Delta l_1, \Delta l_2$  (одновременное изменение обеих сторон прямоугольника на равную величину).

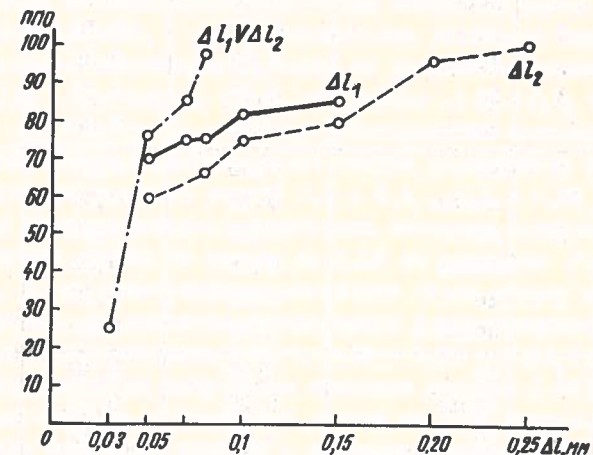


Рис.3. График зависимости ППО от величины изменения сторон прямоугольника

На рис.3 изображены графики зависимости процента правильных ответов (ППО), т.е. отнесения тестового прямоугольника к не-эталонному, от величины уменьшения горизонтальной стороны прямоугольника, вертикальной стороны и обеих сторон одновременно. На графике приведены усредненные данные по трем опытам для одного испытуемого (Б). Количество предъявлений – 130.

Т а б л и ц а  
Пороговые величины изменения сторон прямоугольника (мм)

Испы- туемые	№ опыта	Значение до и после реше- ния задач	$\Delta l_1$	$\Delta l_2$	$\Delta l_1 \vee \Delta l_2$
О.	1	до	0,15	0,15	0,10
		после	0,15	0,15	0,05
	2	до	0,05	0,10	0,05
		после	0,07	0,08	0,05
	3	до	0,01	0,01	0,05
		после	0,08	0,05	0,05
Б.	1	до	0,25	0,15	0,07
		после	0,10	0,08	0,05
	2	до	0,10	0,10	0,05
		после	0,05	0,08	0,07
	3	до	0,15	0,10	0,08
		после	0,08	0,08	0,05
Д.	1	до	0,40	0,20	0,15
		после	0,35	0,35	0,30
	2	до	0,20	0,10	0,07
		после	0,15	0,10	0,07
	3	до	0,10	0,10	0,05
		после	0,07	0,10	0,05
С.	1	до	0,35	0,30	0,20
		после	0,20	0,10	0,07
	2	до	0,20	0,35	0,20
		после	0,15	0,10	0,07
	3	до	0,10	0,10	0,08
		после	0,05	0,10	0,05

#### Выводы

Как видно из приведенного на рис.3 графика, при одновременном изменении длин обеих сторон прямоугольника ППО значительно выше, чем при изменении только одной из сторон. Это

как будто подтверждает гипотезу об образовании интегрального порога, не сводящегося к порогам одномерных составляющих признаков.

Однако здесь возможно и другое объяснение: интегральный двумерный признак не образуется, а увеличение ППО при изменении сразу обеих сторон прямоугольника достигается за счет одновременной работы двух независимых узнающих каналов. Увеличение вероятности правильного ответа при параллельной работе двух каналов, узнающих независимо один от другого изменение сторон, можно оценить количественно. Пусть  $p_1$  - вероятность правильного ответа при уменьшении горизонтальной стороны прямоугольника  $\Delta l_1$ , а  $p_2$  - при уменьшении его вертикальной стороны  $\Delta l_2$  (в том случае, когда изменяется только одна из сторон). Предположим, что обе стороны уменьшены одновременно на величину  $\Delta l_1 \vee \Delta l_2$ . Тогда вероятность правильного ответа будет складываться из вероятности узнавания изменения одной из сторон, горизонтальной, -  $p_1$  и вероятности узнавания изменения другой стороны, вертикальной, если не узнано изменение первой,  $(1 - p_1)p_2$ . По графику рис.3 для случая  $\Delta l_1 = \Delta l_2 = 0,05$  мм находим:  $p_1 = 0,6$ ;  $p_2 = 0,7$  (в относительных единицах). Тогда при одновременном изменении обеих сторон вероятность правильного ответа должна быть равной  $0,6 + 0,4 \cdot 0,7 = 0,88$  (в то время как экспериментально получается значение порядка 0,75). При изменении каждой из сторон на 0,08 мм получаем  $p_1 = 0,65$ ;  $= 0,75$ , и при одновременном изменении обеих сторон должно быть получено, по гипотезе независимого функционирования каналов для каждого признака,  $0,65 + 0,35 \cdot 0,75 = 0,91$  (в то время как экспериментально получается значение порядка 0,98).

Таким образом, приведенный расчет не дает достаточных оснований для вынесения решения о предпочтительности той или иной гипотезы.

Из таблицы результатов экспериментов, а также из графиков рис.3 можно непосредственно вывести еще одно достаточно значимое следствие. Анализируя рис. 2, мы показали, что отнесение объекта, отвечающего точке внутри прямоугольника ВСДЕ, к не-А должно соответствовать случаю, когда узнавание идет не отдельно по значениям каждого из признаков, а по некоторому интегральному признаку, складывающемуся у испытуемого в процессе тренировки. Рассмотрим, возникла ли такая ситуация

в нашем эксперименте. В нем рассматривалось только уменьшение сторон прямоугольника; этому случаю отвечает лишь часть ГЕНМ прямоугольника ВСДЕ. Так как реально пороги флуктуируют, получается не точная граница порогов, а некоторая полоса.

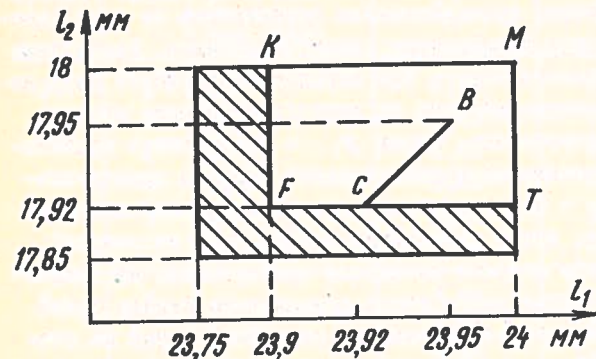


Рис. 4. Величины дифференциальных порогов, полученные в эксперименте (для испытуемого В.)

Это показано на прямоугольнике, изображенном на рис. 4, где заштрихована область возможных пороговых значений при узнавании объекта по одномерным признакам. Отнесение же объекта, отвечающего точкам внутри фигуры КРТМ (см. рис. 4), к не-А оказывается невозможным, если оно осуществляется по значениям одномерных признаков. Оказывается, что испытуемые опознают тестовый прямоугольник как не-эталонный даже для некоторых точек внутри КРТМ, например для точек, лежащих на отрезке СВ, что, по гипотезе узнавания объекта по значениям одномерных признаков, невозможно. Отсюда вытекает предположение об образовании у испытуемых в процессе тренировки некоторого интегрального признака объекта и соответствующего ему интегрального порога. Эта гипотеза рассматривалась и другими авторами [3, 4]. Она отвергает допустимость применения так называемого информационного подхода к процессу узнавания объекта [5, 6], опирающегося на предположение о возможности узнавания объекта по значениям одномерных признаков. В настоящее время это представляется существенно важным, поскольку при информационном подходе нельзя разрешить таких актуальных проблем психологии, как обучение, образование навыков в процессе тренировки, динамика психических процессов и др.

## Л и т е р а т у р а

1. Г л е з е р В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. М.-Л., "Наука", 1966.
2. Д е в и н о в А. М. Функциональная модель сенсомоторного механизма узнавания формы контурного объекта. - В кн.: Эргономика: принципы и рекомендации. Вып. I. М., 1970. (ВНИИТЭ).
3. Ш е х т е р М. С. Психологические проблемы узнавания. М., "Просвещение", 1967.
4. Н и с к W.E. On the rate of gain information. - "Quart. J. of Exper. Psychol.", 1952, v. IY, pt. I.
5. К л е м м е р E.T., F r i c k F.C. Assimilation of information from dot and matrix patterns. - "J. Exp. Psychol.", 1953, v. 45.
6. P o l l a c k J., К л е м м е р E.T. The assimilation of visual information from linear dot patterns. Air Force Cambridge reseasch. Technical Report, 1954. July.

В. П. К л е в ц о в

#### К ПОСТРОЕНИЮ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЗРЕНИЯ

К настоящему времени основательно изучены не только феноменологические свойства восприятия и образа как результата познавательной деятельности, но и характеристики ряда сенсорных и моторных функций, а также общая структура некоторых компонентов восприятия (запоминание, распознавание). Во многих работах, посвященных восприятию в целом и деятельности анализаторов исследовались как сенсорные, так и некоторые перцептивные аспекты восприятия. Стали классическими результаты экспериментального изучения и моделирования входных (низших) рецепторных слоев на уровне сетчатки и вышележащих функциональных структур — рецептивных полей [6, 17, 5, 11], систем описания контуров [3], систем формирования условных рефлексов, статистических понятий и нервной модели стимула [1, 13], глазодвигательных реакций при формировании образа и решении различных задач [16, 4] и многих других функций и систем восприятия.

Ряд интересных результатов был получен в технике при разработке методов автоматического анализа изображений. Получили признание такие термины, как активность и адаптивность восприятия, его уподобительный характер, иерархическая структура, динамичность и связи с механизмами мышления и творчества, взаимнообратность процессов кодирования и декодирования.

Однако в настоящее время еще недостаточно четко поняты функциональная структура и принципы организации перцептивных действий, взаимодействие сенсорных и перцептивных процедур (механизмов), взаимосвязи между различными уровнями организации

восприятия, соотношения между нейронными физиологическими структурами и информационными процессами, реализующими психическую деятельность, а также многие другие стороны восприятия — действия. Все полученные частные результаты и модели, к сожалению, слабо связаны между собой (или вообще не связаны) и не дают целостной картины познавательной деятельности высокоорганизованной биосистемы. Во всяком случае, в данное время схема моделирующей способности мозга еще не является непротиворечивой и недостаточно проработана для создания технических моделей восприятия — действия. Именно поэтому и была поставлена [10] задача построения комплексной модели (теории) психических процессов, и в частности восприятия, на базе достижений физиологии, психологии и кибернетики.

Успех разработки такой модели зависит от правильности методологического подхода. Каким общим требованиям должна удовлетворять создаваемая модель, что мы вправе ожидать от нее и каковы критерии ее оценки?

Правильными представляются следующие требования, которые в основном сформулированы А.Н.Леонтьевым [10] и о которых говорил О.К.Тихомиров в своем докладе на симпозиуме по проблемам моделирования психической деятельности (Новосибирск, 1968 г.):

1) модель должна быть непротиворечивой в рамках моделируемых процессов, способной вписываться в более общую модель и быть основой для детализации более частных моделей (подмоделей);

2) модель должна выполнять информационную функцию, нести новые знания индуктивного и дедуктивного характера о структуре моделируемых процессов (систем) и обеспечивать предсказание свойств системы, не известных до моделирования;

3) модель должна быть реализуемой на современных технических средствах и обладать практической полезностью. Ценность модели должна определяться числом, важностью и значением психофизиологических характеристик, реализованных в ней.

Основная часть работ в психологии восприятия и познавательной деятельности сейчас концентрируется на специфических характеристиках образа и действий иерархической системы, формирующей этот образ, а также на проблемах развития восприятия, в результате которого возникает адекватность образа и действий внешней среде и задачам поведения.

Данная статья посвящена анализу основных структурно-функциональных характеристик зрительного восприятия, проведенному методами кибернетики. Цель такого исследования заключается в том, чтобы дать более четкую интерпретацию известных свойств восприятия в интересах его моделирования.

Анализ результатов работ психофизиологического направления и данных теории управляющих систем позволил уточнить основные принципы модели и требования к ней, придав им более конкретный смысл. Укажем эти принципы.

1. Активность. Вообще активные системы управления (СУ) возникают с появлением обратных связей и, в отличие от пассивных, обладают задаваемой извне (другой СУ или человеком-оператором) целью, т.е. сформулированным на языке системы описанием конечного результата деятельности СУ на каком-то этапе поведения. В сложных системах заданная цель должна, в конечном счете, определять: а) качественные и количественные характеристики информации, которую необходимо получить из внешней среды путем активных действий (т.е. характеристики образа); б) состав и параметры последовательности познавательных и рабочих действий, т.е. алгоритм поведения. Однако формируемый образ и алгоритм познавательного поведения могут определяться с разной степенью подробности. Эта степень соответствует уровню априорной информированности системы (уровнем ее обученности) и, очевидно, увеличивается в процессе обучения.

2. Адаптивность. С этим принципом связано свойство определения формируемого образа и алгоритма системы условиями внешней среды. Адаптивность реализуется в экстремальных самоорганизующихся и самоорганизующихся системах с обратными связями [8], осуществляющих автоматический поиск по заданным критериям. В составе экстремальных систем восприятия можно выделить два класса подсистем: а) максимизирующие с помощью пробных действий степень сходства между эталоном и описанием фрагмента среды; б) минимизирующие с помощью реконструкции алгоритма информационные затраты (времени, памяти) при формировании образа.

3. Иерархичность. Характер решаемых познающей системой задач и внешней среды определяет многоуровневость а) функциональной (алгоритмической) структуры системы и б) лингвистических средств (языка), которыми она пользуется для отражения в

своей памяти объектов внешнего мира. Соподчиненность уровней алгоритма выражается в том, что старшие уровни служат генераторами целей для младших. Соподчиненность уровней языка системы заключается в контекстной зависимости имени каждого элемента описания на  $j$ -м уровне от совокупности имен смежных с ним элементов, образующих целостную систему (элемент  $j+1$ -го уровня).

4. Кольцеобразность (замкнутость) функциональной структуры системы в целом и ее отдельных уровней. Наличие отрицательных обратных связей в системе дает возможность реализовать и адаптивность и активность.

Адаптивность и активность, как две взаимосвязанные стороны одной и той же характеристики модели обуславливают адекватность формируемого образа и познавательного алгоритма внешней среде и задачам поведения.

Очевидно, что, приняв априори кольцеобразно-иерархическую структуру модели, мы должны сосредоточить основное внимание на обратных связях познающей системы, как конструктивных (физических), так и функциональных (алгоритмических).

Реализация перечисленных выше принципов в модели зрительной информационной системы человека требует предварительного анализа закономерностей эволюционного развития, гинезиса зрительного аппарата, поскольку анализ филогенеза и онтогенеза живых информационных систем помогает понять их функциональную структуру.

Рассматривая зрительные механизмы всех биосистем, начиная от простейших и кончая человеком, мы можем видеть, что среда и задачи жизнеобеспечения определяют: а) перечень кодов, которыми пользуется биосистема, символизируя объекты среды; б) аппарат выделения и кодирования совокупностей информативных признаков. Например, крайне простые задачи решаются зрительным аппаратом таракана, грубо фиксирующим только уровень освещенности; фототропизм поведения обеспечивается наличием только светочувствительных клеток. Лягушка ловит насекомых, пользуясь уже некоторым, правда, довольно бедным, набором символов (выпуклость, пятно, движущийся край и т.п.) и примитивной рецептивной системой для их выделения [II]. Зрительный аппарат взрослой кошки более развит. Если бы она оперировала такими простыми символами, как у лягушки, она не смогла бы опознать

прыгающего по ветке дерева воробья. Для этой задачи она вынуждена выделять и кодировать более сложные, комплексные признаки, составленные из простых, примитивных. Соответственно усложняется и операциональная структура выделения и опознавания информации [17]. Наибольшую сложность имеет информационная система человека, которая содержит ряд операциональных уровней, начиная от аппарата светоощущения и кончая уровнями, манипулирующими абстрактными символами.

Характерно, что в филогенезе вместе с ростом сложности задач и лингвистического аппарата биосистем происходит надстройка новых (старших) уровней восприятия — действия над старыми, которые становятся младшими (подчиненными) и могут действовать как автономно, так и при управлении ими с высших уровней. Такая процедура возникновения новых уровней управления над старыми в свое время была уже описана [2] применительно к аппарату формирования движений.

Рассмотрим основные, наиболее важные для моделирования закономерности эволюции зрительного аппарата.

I. Взаимное соответствие функциональной и лингвистической структур каждого уровня восприятия является существенным, характерным свойством иерархической познающей системы на всех этапах ее развития. Это объясняется тем, что способ представления (кодирования) информации о внешней среде в анализаторе тесно связан со способом выделения этой информации из среды и в то же время оба определяются характеристиками познаваемой среды и задачами жизнеобеспечения. Развитие функциональной структуры восприятия на всех этапах идет вместе с совершенствованием ее языка. Указанная корреляция алгоритмов и языка на каждом уровне восприятия имеет огромное значение для моделирования: по известной структуре языка можно воссоздать алгоритмы соответствующего уровня и обратно.

2. Степень предпрограммированности и универсальности функциональной и лингвистической структур каждого уровня восприятия монотонно изменяется в процессе генезиса последнего. Вообще функциональная структура и язык каждого уровня определяются пространственно-временной статистикой задач, при решении которых зрительный анализатор работает на том или ином уровне. Поэтому можно сказать, что алгоритмы и язык каждого

сформированного уровня являются отпечатком структурных особенностей среды и прикладных задач. Именно поэтому структура и лингвистика нижних уровней универсальны и стандартны, т.е. одинаковы для всех анализаторов данного класса; они закрепляются конструктивно и передаются генетически. С повышением уровня функциональные механизмы и языки все более приобретают черты специфичности, они уже не задаются априорно, а формируются в обучении, в процессе жизнедеятельности.

Действительно, в любой среде при решении любых задач поведения зрительному аппарату высших позвоночных достаточно выделять фиксированное множество примитивных признаков. Эти функции реализуются сетчаткой и рецептивной системой, которые в готовом виде получает в наследство каждая биосистема. В этих функциональных структурах содержатся эталоны и алгоритмы обработки входной информации.

Иначе обстоит дело на высших уровнях, оперирующих сложными комплексами примитивных признаков. Здесь не могут быть априорно заданы ни список эталонов, ни множество алгоритмов, адекватные среде и задачам жизнедеятельности. Зрительный анализатор должен сам найти подходящий способ (алгоритм) описания объектов среды и способ кодирования этого описания. Разумеется, найденные способы будут адекватны лишь для узких классов входных ситуаций и задач поведения. Универсальность воспринимающей системы на этих уровнях возникает путем накопления оперативных подпрограмм для указанных классов.

Характерно, что понижение степени универсальности каждого создаваемого алгоритма при подстройке очередного старшего уровня иерархической воспринимающей системы сопровождается переходом ко все более универсальным элементам функциональных систем. Так, сетчатка построена из сугубо специфических фоточувствительных элементов, а простые, сложные и сверхсложные рецептивные поля [17] построены из нейронов, выполняющих уже некоторое множество операций: суммирование, усреднение и др. В корковых же отделах анализатора, реализующих все функции высших уровней восприятия (и мышления), используются типовые стандартные нейроны.

Таким образом, можно заключить, что структурно-функциональная модель зрительного восприятия должна состоять из:



а) специализированных оптико-электронных конструкций (с фиксированным языком), обеспечивающих функционирование модели в разнообразной реальной среде с любыми целями; б) библиотеки стандартных алгоритмов (подпрограмм), управляющих работой указанных выше периферических звеньев в разных режимах; в) метаалгоритмов, т.е. алгоритмов оперативного программирования познавательных действий низших уровней и конструирования внутренней модели среды из символов этих уровней. Очевидно, что схема "техническая конструкция - алгоритм - метаалгоритм" должна быть дополнена уровнем оценки адекватности создаваемых метаалгоритмов. В целом модель восприятия должна представлять совокупность физических и математических подмоделей (последние реализуются на ЭЦВМ).

3. Принципы функциональной организации уровней познавательной деятельности, и перцептивных действий в частности, определяются вариативностью выделяемых на этих уровнях и используемых характеристик среды [7], а также характером решаемых задач. На раннем этапе эволюции зрительного анализатора требованиями жизнеобеспечения удовлетворяла жесткая система ключевых паролей и трехзвенная рефлекторная дуга. Для таких анализаторов, соответствующих системам с немедленным обслуживанием [7, 9], не требовалось отражения тонких особенностей фрагментов среды. Достаточным являлось, например, грубое представление пятна, закругления или края. Не было необходимости точного измерения яркости, размера, положения того же пятна. Вариативность среды и требований, предъявляемых к зрительному анализатору, обусловила неизбежность специфической перцептивной деятельности, направленной на возможно более точное измерение параметров, описывающих каждый выделяемый фрагмент среды и совокупность таких фрагментов. Для решения этой задачи в зрительном анализаторе возникли измерительные механизмы, действующие по принципу уподобления своего состояния параметрам среды.

Уподобление реализуется просто, если измеряется один параметр. Так, на уровне ощущения уподобление можно осуществить с помощью отрицательных обратных связей, как это делается в технических системах стабилизации. Возникшая далее задача выделения фиксированного множества фрагментов (эталонов) и измерения множества параметров последних обусловила появление

иных механизмов уподобления, действующих с помощью перебора значений измеряемых параметров. Здесь природа перешла к использованию операции самонастройки, т.е. к автоматической экстремизации степени подобия параметров анализатора значениям соответствующих параметров среды.

Известно, что поиск экстремума всегда связан с перебором, который осуществляется в пространстве и времени. Характерно, что в целях сокращения времени перебора в эволюции возникли механизмы пространственного (параллельного, одноконтурного) перебора. Так появились параллельные системы простых, а затем и сложных рецептивных полей [17], за один такт выделяющих тот эталон, который наиболее похож на данный элемент среды.

Однако самонастройка по параметрам среды не обеспечивает решения сложных непредвиденных задач, когда неопределенность условий среды имеет не только количественную, но и качественную форму. Типичным является случай, когда неизвестны не только значения параметров, но и тип, структура предъявленного фрагмента среды. Возникает задача перебора эталонов (гипотез), которая в анализаторе тоже может решаться параллельно. Но самый сложный случай, возникающий в жизни биосистемы довольно часто, имеет место тогда, когда для предъявленного фрагмента нет готового эталона. Здесь появляется необходимость создания и преобразования новых структур, составленных из имеющихся готовых, более простых эталонов (символов). Возникает алгоритмы синтеза и перебора сложных эталонов, а вместе с этим и операция перебора алгоритмов познавательных действий.

На этом этапе начинается использование принципов самоорганизации, связанной с перестройкой функциональных структур (алгоритмов) и формируемой модели внешней среды. Процесс восприятия на этих уровнях уже оказывается связанным с решением определенных задач. Анализатор становится системой с отсроченным обслуживанием [7, 9], в которой существенным является процесс формирования и преобразования модели среды.

Приведенные в этом пункте соображения показывают, что система перцептивных действий младших уровней зрительной информационной системы должна строиться на принципе стабилизации и самонастройки (с преимущественным использованием параллельного перебора), а высших уровней - на принципе самоорганизации.

4. Характер лингвистического аппарата (языка) на разных ступенях развития анализатора различен. Познавательные функции в двумерном пространстве наблюдения обеспечиваются, очевидно, одной сетчаткой X). Использование двумерного алфавита позволяет различать лишь примитивные конфигурации типа "закругление", "пятно" и т.п. С ростом сложности задач требуется анализ формы объектов среды. Поэтому над системами двумерного анализа, оперирующими метрическими параметрами ("положение", "площадь и т.п.) и модальными ("яркость", "контраст" и т.п.), появляется надстройка — система одномерного анализа, обеспечивающая выделение символов одномерного алфавита. Эта система использует метрические параметры типа "длина", "расстояние" и модальные — "направление", "кривизна", "угол" и т.п.

Отсюда при моделировании важно учитывать общую закономерность совершенствования лингвистических средств анализатора.

Статистически устойчивые и значимые фрагменты среды становятся алфавитом  $\{A\}_j$  уровня  $j$ . Этот алфавит составлен из элементов  $(e_i, e_{k...})_j$ . По мере того как анализатор овладевает способом описания отношений, т.е. связей  $(r_{ik}, r_{ke...})_j$  между этими элементами, появляется возможность группировки элементов и отношений в комплексные структуры, т.е. системы  $\sigma_j(e, r)$ . Существует много вариантов таких структур, но одни из них появляются чаще, чем другие, и имеют большее значение для достижения целей биосистемы. Анализ выявляет наиболее устойчивые и значимые системы  $\sigma_j$ . При этом появляется возможность присвоить каждой выявленной структуре  $\sigma_j$  индивидуальный лингвистический индекс (термин)  $T_{j+1}$ , т.е. кодировать все слова (словарь) уровня  $j$ . Множество  $\{T_i\}_{j+1}$  индексов образует алфавит  $\{A\}_{j+1}$  нового, старшего уровня  $j+1$  и т.д.

На каждом уровне используются механизмы (алгоритмы, операторы) выделения совокупности  $\sigma_j(e, r)$  признаков; механизмы преобразования полученного описания в удобную для опознавания (или управления) форму и записи последнего в память, а также механизмы опознавания и декодирования.

Моделирование лингвистических переходов от одного уровня к другому  $j \pm 1$  имеет огромное значение для совершенствования технических моделей восприятия. Показано, что только обладая достаточным числом лингвистических уровней и способностью

X) Для восприятия глубины пространства используются две сетчатки.

оперировать символами любого из них, можно реализовать в модели эвристические методы решения задач [14].

Выше были рассмотрены основные структурно-функциональные характеристики зрительного восприятия в аспекте задач его моделирования. Изложенные соображения являются обоснованием главных структурно-функциональных особенностей модели. Описанию модели, анализу ее свойств и сопоставлению их с данными психофизиологии будет посвящено продолжение данной работы.

#### Л и т е р а т у р а

1. А т т л и О. М. Временные и пространственные изображения в машине условной вероятности. — В сб.: Автоматы. М., Изд-во ин. лит-ры, 1956.
2. Б е р н ш т е й н Н. М. Очередные задачи физиологии активности. — В сб.: Проблемы кибернетики, № 6. М., Изд-во АН СССР, 1961.
3. Г а н з е в В. А. и Г р а н о в с к а я Р. М. О роли моторного звена зрительной системы при опознании объекта по внешнему контуру. — "Вопросы психологии", 1965, № 1.
4. Г и п п е н р е й т е р Ю. Б., У р а з а е в а В. А. Исследование движений глаз при решении метрических задач. — "Вопросы психологии", 1963, № 6.
5. Г л е з е р В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. М.-Л., "Наука", 1966.
6. Г р а н и т Р. Электрофизиологическое исследование рецепции. М., Изд-во ин. лит-ры, 1957.
7. З и н ч е н к о В. П. Восприятие и действие. Под ред. А. В. Запорожца. М., "Просвещение", 1967.
8. К л е в ц о в В. П. Общие принципы организации сенсорно-перцептивных процессов в модели зрительного анализатора. Труды ВНИИТЭ. Эргономика, вып. I. М., 1970.
9. Л е о н т ь е в А. Н. Проблемы развития психики. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.
10. Л е о н т ь е в А. Н. О некоторых перспективных проблемах советской психологии. — "Вопросы философии", 1967, № 6.
11. Л е т т в и н Дж. [и др.] Что сообщает глаз лягушки мозгу лягушки. — В сб.: "Электроника и кибернетика в биологии и медицине". М., 1963, Изд-во ИЛ.

12. Д о м о в Б. Ф. Человек и техника. М., "Советское радио", 1966.
13. М а к К е й Д. Проблема образования понятий автоматами. - В сб.: Автоматы. М., Изд-во ин. лит-ры, 1958.
14. П о с п е л о в Д. А., П у ш к и н В. Н., С а д о в-  
с к и й В. Н. К определению предмета эвристики. - В сб.:  
Проблемы эвристики. М., "Высшая школа", 1969.
15. Р о м а н о в В. П. О последовательности операций при  
интерпретации сложных изображений. - В сб.: Автоматическое  
чтение текста. М., 1967. (ВИНИТИ).
16. Я р б у с А. Д. Роль движения глаз в процессе зрения. М.,  
"Наука", 1965.
17. H u b e l D. H., W i e s e l T. N. Receptive Fields,  
Binocular Interaction and Functional Architecture in The  
Cat's visual Cortex. - "J. Physiol.", 1962, v.160, p.106.
18. K i r s c h R. A. Experiments in Processing Pictorial In-  
formation with Digital Computers. Proc. IRE. Dec. 1957.
19. M a r a s i m h a n R. Labeling Schemata and Syntactic  
Description of Pictures. - "Inf. and Control", v.7, N 2,  
1964.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
В.П. Зинченко. О микроструктурном методе исследования познавательной деятельности . . . . .	5
Ю.К. Стрелков. Микроструктурный анализ преобразований информации . . . . .	12
Г.Н. Солнцева, Ю.К. Стрелков. О соотношении механизмов хранения и воспроизведения информации в кратковременной памяти . . . . .	41
Ю.К. Стрелков, Е.И. Шлягина. Исследование микрострук- туры преобразований зрительной информации методом опре- деления отсутствующего элемента . . . . .	59
В.П. Зинченко, Г.Г. Вучетич, Ю.С. Постников. Исследо- вание процесса последовательной переработки информации. . . . .	69
Ю.К. Стрелков, А.А. Файнлейб. Моделирование кратковре- менной памяти на ЭВМ . . . . .	80
Г.П. Ильин. Модель человеческой памяти для некоторого класса психофизических экспериментов . . . . .	85
Ю.И. Лашкевич. О некоторых принципах построения модели памяти . . . . .	101
А.И. Назаров, Н.Д.Гордеева, В.Г. Романюта. Эфферентные регуляции в зрительном восприятии . . . . .	110
Н.Ю. Вергилес. Исследование механизмов зрительного вос- приятия методом стабилизации изображения относительно глаза. (К вопросу о механизме адаптации зрения) . . . . .	131
А.М. Левинов, В.М. Гордон. Дифференциальные пороги уз- навания объекта по двумерному признаку . . . . .	145
В.П. Клевцов. К построению структурно-функциональной модели зрения . . . . .	154

10. Т... ..  
11. К... ..  
12. Ч... ..  
13. У... ..  
14. Ч... ..  
15. К... ..  
16. К... ..  
17. К... ..  
18. К... ..  
19. К... ..  
20. К... ..  
21. К... ..  
22. К... ..  
23. К... ..  
24. К... ..  
25. К... ..  
26. К... ..  
27. К... ..  
28. К... ..  
29. К... ..  
30. К... ..  
31. К... ..  
32. К... ..  
33. К... ..  
34. К... ..  
35. К... ..  
36. К... ..  
37. К... ..  
38. К... ..  
39. К... ..  
40. К... ..  
41. К... ..  
42. К... ..  
43. К... ..  
44. К... ..  
45. К... ..  
46. К... ..  
47. К... ..  
48. К... ..  
49. К... ..  
50. К... ..  
51. К... ..  
52. К... ..  
53. К... ..  
54. К... ..  
55. К... ..  
56. К... ..  
57. К... ..  
58. К... ..  
59. К... ..  
60. К... ..  
61. К... ..  
62. К... ..  
63. К... ..  
64. К... ..  
65. К... ..  
66. К... ..  
67. К... ..  
68. К... ..  
69. К... ..  
70. К... ..  
71. К... ..  
72. К... ..  
73. К... ..  
74. К... ..  
75. К... ..  
76. К... ..  
77. К... ..  
78. К... ..  
79. К... ..  
80. К... ..  
81. К... ..  
82. К... ..  
83. К... ..  
84. К... ..  
85. К... ..  
86. К... ..  
87. К... ..  
88. К... ..  
89. К... ..  
90. К... ..  
91. К... ..  
92. К... ..  
93. К... ..  
94. К... ..  
95. К... ..  
96. К... ..  
97. К... ..  
98. К... ..  
99. К... ..  
100. К... ..

Редакторы Т.А. Арестова, Л.П. Федорина  
Техн. редактор О.Б. Глазов  
Корректор Т.А. Арестова

Т-30212. Подп. к печати 29/XII-71г. Формат бумаги 60x92/16.  
Уч.-изд. л. 10. Тираж 1500. Зах. 33. Цена 70 коп.  
Москва И-228, ВНИИТЭ

Цена 70 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ

STAATLICHES KOMITEE DES MINISTERRATES DER UdSSR FÜR WISSENSCHAFT UND TECHNIK  
FORSCHUNGSINSTITUT FÜR DIE TECHNISCHE ÄSTHETIK DER UdSSR

STATE COMMITTEE OF USSR COUNCIL OF MINISTERS FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY  
ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL DESIGN



# ЭРГОНОМИКА ERGONOMIE ERGONOMICS

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ  
НА ВЫСТАВКЕ I МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ УЧЕНЫХ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ И СФРЮ ПО ВОПРОСАМ  
ЭРГОНОМИКИ

LITERATURVERZEICHNIS DER AUSGABEN, DIE AUF DER AUSSTELLUNG  
DER I.INTERNATIONALEN KONFERENZ FÜR ERGONOMIE DER GELEHRTEN  
UND FACHLEUTE AUS DER RGW-LÄNDER UND DER SFRJ GEZEIGT WURDEN

BIBLIOGRAPHY LIST OF PUBLICATIONS PRESENTED AT THE EXHIBITION  
OF THE IINTERNATIONAL ERGONOMICS CONFERENCE OF SCIENTISTS  
AND PROFESSIONALS FROM THE MEMBER-COUNTRIES OF CEMA AND YUGOSLAVIA

МОСКВА 1972  
MOSKAU 1972  
MOSCOW 1972

Библиографический список включает литературу по вопросам эргономики и смежных с ней дисциплин. Составлен по фондам научных библиотек Всесоюзного научно-исследовательского института технической эстетики и частично научной библиотеки им. А.М. Горького Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Список включает в основном издания, опубликованные в СССР в период с 1968 по 1972 г., а также некоторые материалы, изданные до 1968 г. и представляющие для данной тематики определенный интерес.

In das Literaturverzeichnis sind Arbeiten aufgenommen, die den Fragen der Ergonomie und den angrenzenden Disziplinen gewidmet sind und die ab 1968 bis 1972 in der UdSSR veröffentlicht wurden, einschliesslich einige früher herausgegebene Materialien, die von besonderem Interesse sind. Das Verzeichnis ist anhand der Fonden der Wissenschaftsbibliotheken des Forschungsinstituts für die technische Ästhetik der UdSSR und teilweise Gorky-Bibliothek der Moskauer Universität vorbereitet.

The bibliography list includes literature on ergonomics and adjacent disciplines. It is composed of the materials available in the funds of scientific library of the All-Union Research Institute of Industrial Design and partly that of scientific library named after A.M. Gorky of the Moscow State University named after Lomonosov. The list comprises publications issued in the USSR during the period 1968-1972 as well as some materials published before 1968 but presenting some interest from the the point of view of the problem.

Составитель Н. Цветкова  
Herausgegeben von N. Tswetkova  
Edited by N. Tsvetkova.

1. Эргономика. Принципы и рекомендации, Вып.1-3. М., 1970-1971. (ВНИИТЭ). Библиогр. в конце глав. Вып.1. 1970. 246 с. с ил. Вып.2. 1971. 224 с. с ил. Вып.3. Исследования процессов принятия решений. 1971. 231 с. с ил.
2. Антипин М.В. Интегральная оценка качества телевизионного изображения. Л., "Наука", 1970. 154 с. (АН СССР. Объединенный науч. совет "Физиология человека и животных"). Библиогр.: с.150-152.
3. Бабицкая С. Требования эргономики при конструировании машин. - "Техническая эстетика", 1970. № 7, с.2-3.
4. Бархаш Г.И. Изменения функционального состояния слухового аппарата анализатора при работе за пультами управления, связанные с восприятием информации в виде речи. - "Гигиена труда и профессиональные заболевания", 1970, № 7, с.32-35.
5. Березкин Б. О некоторых подходах к проблеме принятия решений. - "Техническая эстетика", 1971, № 1, с.20-23 с табл.
6. Бобылев Е. Оборудование рабочего места контролера-кассира. - "Советская торговля", 1971, № 1, с.36-37.
7. Бороздина Л.В., Гипшенрейтер Ю.Б. О функции движения глаз при зрительных оценках. - "Вопросы психологии", 1969, № 3, с.46-55.
8. Шумов В. Инженерная психология и управление металлорежущими станками. (Обзор). М., 1970. 41 в. с илл. (НИИМАШ. серия "Станкостроение" С-1). Библиогр.: с.40.
9. Варлашкин В.П., Майзель Н.И. Психологические особенности работы водителя на горных дорогах. - "Вопросы психологии", 1971, № 4, с.69-76.

10. Величковский Б. Восприятие и иллюзия. - "Техническая эстетика", 1971, № 10, с.7-9 с ил.
11. Венда В.Ф. Информационная техника и эргономика. М., "Знание", 1970. 47 с. с ил. (Новое в жизни, науке, технике. Серия "Техника". Вып.6).
12. Венда В.Ф. Средства отображения информации (эргономические исследования и художественное конструирование). М., "Энергия", 1969. 303 с. с илл. Библиогр.: с.296-302 (148 назв.).
13. Венда В.Ф. Оператор и машина. М., "Знание", 1964. 48 с. (Новое в жизни, науке, технике. Серия "Техника". Вып.4).
14. Венда В.Ф. Конструирование многокомпонентных средств отображения информации с учетом эргономических требований. - "Механизация и автоматизация производства", 1969, № 12, с. 39-41.
15. Венда В.Ф., Зинченко В.П., Мунипов В.М. Проективная эргономика. - "Техническая эстетика", 1970, № 7, с.1-2.
16. Вендров Е.Е. Психологические проблемы управления. М., "Экономика", 1969. 159 с. Библиогр.: с.158.
17. Виноградов М.И. Актуальные проблемы физиологии труда. М., "Знание", 1967. 32с. с ил.
18. Виноградов М.И. Физиология трудовых процессов. Изд.2-е, доп. М., "Медицина", 1966. 368 с.
19. Вихорев Л. Исследование процесса информационного поиска на табло-мнемосхемах коллективного пользования. - "Техническая эстетика", 1971, № 12, с.16-20 с табл.
20. Военная инженерная психология. М., Воениздат, 1970, 398с.
21. Возрастные показатели скорости переработки информации зрительным анализатором у детей 8-15 лет. - "Гигиена и санитария", 1972, № 4, с.47-49. Авт. Е.М.Белостоцкая и др.
22. Филенков Ю. Комплексное оборудование помещений для ученых. - "Техническая эстетика", 1969, № 10, с.16-18 с ил.
23. Вопросы эргономики. Сборник-хрестоматия. М, 1968, 121 с. с ил. (ВНИИТЭ). Библиогр.: с.119-120 (18 назв.). Сост. В.Ф.Шерстобитов, В.Ф.Вейда, А.М.Пашутин.



24. Гинзбург В.В. Элементы антропологии для медиков. Л., Медгиз, 1963.
25. Горбов Д., Матова М., Розенблат Б. К характеристике психических состояний человека в усложненных условиях деятельности. - "Вопросы психологии", 1971, № 2, с. 88-97.
26. Городинский С.М., Бавро Т.В., Иванов Г.А. К обоснованию физиологических принципов рационального телосъема в индивидуальном изолирующем снаряжении. - "Космическая биология и медицина", 1971, № 3, с. 36-42.
27. Гринчук О.Ф., Дунаевская Т.Н. Логарифмическая трансформация в размерной типологии. - "Вопросы антропологии" (МГУ) 1967, вып. 27, с. 102-109 со схем. и табл. Библиогр.: с. 109 (9 назв.).
28. Шемшурин Е. Рекомендации по габаритам бытового оборудования для художников-конструкторов. М., 1968. 235 с, с ил. (ВНИИТЭ). Библиогр.: с. 232-234.
29. Душков Б.А., Саноян Г.Г. Повышение работоспособности в ночных сменах. М., "Экономика", 1968. 55с. с граф. Библиогр.: с. 55.
30. Гурвич Г.И., Кожевникова Е.П. К созданию оптимального "цветового климата" в кабинетах летательных аппаратов. - "Космическая биология и медицина", 1971, № 1, с. 53-57.
31. Гущин Ю., Дубровский В., Щедровский Л. Методический принцип последовательной реализации инженерно-психологических требований в соответствии с их важностью ("принцип иерархии"). - "Техническая эстетика", 1969, № 2, с. 2-5 с схем.
32. Даниляк В.И., Оше В.К. О человеческом факторе и надежности измерительных устройств. - "Измерительная техника", 1970, № 1, с. 78-80.
33. Даниляк В., Оше В. О стандартах на эргономические показатели качества продукции. - "Стандарты и качество", 1971, № 4, с. 32.
34. Даниляк В., Оше В. Эргономика и стандарты. - "Техническая эстетика", 1971, № 9, с. 20-21.

35. Дубенская В.Ф. Влияние цветности предварительной адаптации на зрительное утомление. - "Светотехника", 1972, № 2, с.8-10
36. Елшин Ю. Об одном способе построения информационной модели высокоавтоматизированной системы. - "Техническая эстетика", 1970, № 2, с.4-6 с ил.
37. Бренкова С.М., Лукьянова В.Н. Гигиеническая оценка шума и вибрации на промышленных судах типа РТ Мурманского Тралового Флота. - "Гигиена труда и профессиональные заболевания", 1972, № 4, с.12-15.
38. Завалишина Д. Проблемы переработки и хранения информации человеком-оператором. - "Техническая эстетика", 1970, № 12, с.21-22.
39. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Принцип активного оператора и распределение функций между человеком и автоматом. - "Вопросы психологии", 1971, № 3, с.3-12 с табл. Библиогр.: с.12.
40. Завалова Н., Пономаренко В. Влияние стресса на характеристики деятельности оператора. - "Техническая эстетика", 1969, № 7, с.5-7 с ил.
41. Завалова Н., Пономаренко В. Принципы выбора оптимального кодирования аварийных сигналов. - "Техническая эстетика", 1969, № 10, с.24-26 с табл.
42. Зараковский Г., Пономаренко В. Выявление психофизиологической сущности деятельности человека-оператора как условие разработки рекомендаций к конкретным системам. - "Техническая эстетика", 1970, № 12, с.22.
43. Зинченко В.П., Вергилес Н. Формирование зрительного образа (исследование деятельности зрительной системы). М., МГУ. 1969, 106 с. с ил. Библиогр.: с.101-104.
44. Зинченко В.П., Ретанова Е. К проблеме визуального мышления. - "Техническая эстетика", 1969, № 7, с.2-5.
45. Зинченко В., Коган А. Изображение и образ как инструменты отражения реальности. - "Техническая эстетика", 1970, № 3, с.7-9.

46. Темников Ф., Паншин Б. Варианты компактных средств контроля и управления. - "Техническая эстетика", 1971, № 7, с.15-18.
47. Зинченко Т. Исследование эффективности опознавания одномерных и многомерных стимулов. - "Техническая эстетика", 1971, № 5, с.24-28 с табл.
48. Зефельд В. К вопросу о пространственном обеспечении деятельности человека. - "Техническая эстетика", 1969, № 7, с.12-14 с ил.
49. Золина З.М. Физиологические основы рациональной организации труда на конвейере. М., "Медицина", 1967, 332стр. с ил, Библиограф: с319-329
50. Ивашкин Д.А. Информационные характеристики систем отображения и их взаимосвязь с психофизиологическими показателями деятельности оператора. - "Приборы и системы управления", 1969, № 4, с.22-26 с илл. Библиогр.: 5 назв.
51. Строкина А. Анатомические вопросы конструирования рабочих сидений. - "Техническая эстетика", 1971, № II, с.13-14 с ил. и табл. Библиогр.: с.14 (8 назв.).
52. Инженерная психология. (Сборник статей). М., "Знание", 1967. 32 с.
53. Инженерная психология и психология труда. (Библиогр. указатель литературы на лит. и иностр. яз. за 1960-1967 гг. и I-ое полугодие 1968 г.). Вильнюс, 1969. 19 с.
54. Чебышева В. Психология трудового обучения. (Трудовые умения и навыки и условия трудового обучения). М., "Просвещение". 1969, 303 с. с черт. Библиогр.: с.293-301.
55. Эргономика. Труды ВНИИТЭ. Вып. I-3. М., 1970-1972. Библиогр. в конце статей. Вып. I. Исследование и моделирование зрительной системы. 1970. 187 с. с ил. Вып. 2. Вопросы зрительной работоспособности. 1971. 215 с. с ил. схем и табл. Вып. 3. Исследование перцептивной и мнемической деятельности. 1972. 165 с. с граф.

56. Киколов А.И. Умственно-эмоциональное напряжение за пультом управления. М., "Медицина", 1967. 176 с. Библиогр.: с.171-175.
57. Киколов А.И. Нервное утомление у лиц, занятых напряженным умственно-эмоциональным трудом. - "Гигиена и санитария", 1969, № 3, с.19-24.
58. Кобылянский Е.Д. Об изменчивости морфологических признаков в отдельных профессиональных и территориальных группах. - "Вопросы антропологии" (МГУ), 1970, вып.35, с.93-III с табл. Библиогр.: с.110-III.
59. Кобылянский Е.Д. О различиях в распределении типов телосложения в отдельных группах мужского населения СССР. - "Вопросы антропологии" (МГУ), 1970, вып.36, с.55-79 со схем.и табл. Библиогр.: с.78-79.
60. Коган А.И. Острота зрения. - В кн.: Физиология сенсорных систем. ч.1. Л., "Наука", 1971, с.271-278.
61. Коган А.И. Бинокулярная система и восприятие трехмерного пространства. - В кн.: Физиология сенсорных систем ч.1, Л., "Наука", 1971, с.279-303.
62. Косилов С.А., Душков Б.А. Медико-биологические проблемы НОТ. М., 1971. 176с. ; I табл. Библиогр.: с.171-174.
63. Косилов С.А. Физиология труда и производственное обучение. Изд. 2-е, М., 1968. 159 с. с ил.
64. Косилов С.А. Физиологические основы НОТ. М., "Экономика", 1969. 302 с. с ил.
65. Косилов С.А. Прогресс науки и задачи физиологов. - "Социалистический труд", 1971, № 4, с.63-69.
66. Косилов С.А. Физиологическое обоснование методов повышения производительности труда. М., "Экономика", 1967. 159 с. Библиогр.: с.155-158.
67. Косилов С.А. Очерки физиологии труда. М., "Медицина", 1965. 378 с. с ил. Библиогр.: с.370-375.
68. Эргономические требования к организации рабочих мест в металлургии. "Социалистический труд", 1970. № 7, с.69-72. Авт. Бельгольский В. и др.

69. Крапивинцева С.И. Активный отдых в рабочем процессе. М., 1971, 188 с. с ил. Библиогр.: с.180-186.
70. Кудин П., Ломов Б. Митькин А. О восприятии элементарных ритмических композиций на плоскости. - "Техническая эстетика", 1969, № 8, с.10-12 с ил.
71. Ломов Б.Ф. Человек в системах управления. М., "Знание", 1967. 48 с. с ил. (4 серия "Техника", вып.10).
72. Ломов Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии. Изд. 2-е, испр. и доп. М., "Сов.радио", 1966. 464 с. с черт. Библиогр.: с.418-444 (504 назв.).
73. Ломов Б.Ф. Инженерная психология. - В кн.: Наука и человечество. М., "Знание", 1970, с.38-55. (АН СССР. Всесоюз. о-во "Знание".).
74. Лубенский В., Янко Н. Определение оптимальных параметров сидений для отдыха. - "Техническая эстетика", 1971, № II, с.15-17 с ил. и табл.
75. Луоенский В. Типы кресел для отдыха. - "Техническая эстетика", 1970, № 6, с.23-25 с ил.
76. Лукьянов А., Фролов М. Сигналы состояния человека-оператора. М., "Наука", 1969, 247 с. с ил. (АН СССР. Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии). Библиогр.: с.236-244.
77. Физиология труда. Материалы У Всесоюзной конференции по физиологии труда. Под ред. Э.М. Золиной и А.А. Летавет. М., 1967, "Наука". 328 с.
78. Малиновский Е., Гайцгоря М., Солодовников Ю. Исследование системы "дорога-машина-человек". - "Строительные и дорожные машины", 1971, № 2, с.20-23. Библиогр. 6 назв.
79. Маневич Е. О разработке цветной схемы судовых интерьеров. - "Техническая эстетика", 1971, № I, с.24.
80. Маневич Е. Зависимость воздействия шума и вибрации от цветового окружения. - "Техническая эстетика", 1970, № 9, с.4-5 с табл.

81. Медведев В. Состояние человека-оператора. С 3-й Всесоюзной конференции по инженерной психологии. - "Техническая эстетика", 1970, № 10, с.10-11.
82. Меньшов А.И. Космическая эргономика. Л., "Наука". 1971. 275 с. с ил. (АН СССР. Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика"). Библиогр.: с.284-293 (283 назв.).
83. Милерян Е. О надежности оператора в различных режимах работы. - "Вопросы психологии", 1971, № 4, с.65-68 с ил., схем. и табл.
84. Митькин А., Перцева Т. Опыт экспериментального исследования восприятия бессмысловых композиций. - "Техническая эстетика", 1970, № 8, с. 4-6 с ил.
85. Михайлова Л., Шаршаткина Г. Гигиеническая оценка позы учащихся во время учебных занятий. - "Гигиена и санитария", 1970, № 6, с.34-37 со схем. Библиогр. 3 назв.
86. Мойкин Д.В. Физиологические основы научной организации труда. М., 1971. 128 с. с ил. Библиогр.: с.122-127.
87. Мунипов В. Об эргономических основах художественного конструирования. - "Техническая эстетика", 1964, № 10, с.1-3.
88. Мунипов В. Ленинские идеи научной организации труда и техническая эстетика. - "Техническая эстетика", 1970, № 4, с.1-2.
89. Мунипов В. Почему эргономика? (К вопросу о формировании эргономического направления исследований). Статья 1.2. - "Техническая эстетика", 1968, № 7, с.7-9; № 8, с.22-24.
90. Мунипов В. Эргономика на службе производства. М., "Знание", 1970. 63 с. с ил. (Новое в жизни, науке, технике. Серия "Промышленность". Вып.9). Библиогр.: с.62(24 назв.).
91. Мунипов В. Эргономика и техническая эстетика. - "Техническая эстетика", 1969, № 7, с.1.
92. Мунипов В. Эргономика и художественное конструирование. М., "Знание", 1966. 31 с. с ил. (О-во "Знание" РСФСР. Техническая эстетика). Библиогр.: с.30.

93. Научная организация труда в машиностроении. (Сборник статей). Под ред. Л. Шухгальтера. М., "Машиностроение", 1969. 367 с. с ил. Библиогр. в конце статей.
94. Небылицин В. Основные свойства нервной системы человека. М., "Просвещение", 1966. 383 с. (Акад. наук РСФСР).
95. Немчинов В. Электродлюминесцентные устройства отображения повышенной глубины. - "Техническая эстетика", 1970, № 2, с. 7-11.
96. Обросова Н., Перова Н. Яркость блеского источника как критерий оценки зрительного утомления. - "Светотехника", 1971, № 2, с. 6-9.
97. О принципах количественной оценки тяжести и напряженности труда по данным физиологических исследований. - "Гигиена труда и профессиональные заболевания", 1971, № 7, с. 3-9. Авт.: Навакатика А. О. и др.
98. Опыт внедрения регламентированного режима труда и отдыха в горячих цехах. - "Социалистический труд", 1971, № 1, с. 57-71. авт. Г. Чукмасова и др.
99. Ошанин Д., Козлов Р. Эффекторный оперативный образ. - "Вопросы психологии", 1971, № 3, с. 13-29.
100. Петрова Н., Долгополова Л. Условия хорошей видимости знаков на электродлюминесцентных панелях в приборах. - "Приборы и системы управления", 1968, № 6, с. 25-28 с ил. Библиогр.: 4 назв.
101. Пинский Ф. Необходимость инженерно-психологической экспертизы измерительной аппаратуры. - "Измерительная техника", 1969, № 11, с. 68-69.
102. Платонов К. Профессиография: ее значение и методика работы. - "Социалистический труд", 1971, № 4, с. 74-79.
103. Платонов Г. А. Человек за пультом. М., "Транспорт", 1969. 167 с. с ил. (Инженерная психология на железнодорожном транспорте). Библиогр.: с. 164-166. (70 назв.).
104. Платонов К., Дангьяк В. О социальном аспекте эргономики. - "Техническая эстетика", 1971, № 4, с. 18-20.

105. Подоба Е., Соловьева В. Физиолого-гигиеническая характеристика труда машинистов метрополитена. - "Гигиена и санитария", 1969, № 1, с.17-22.
106. Попов Г.П. Инженерная психология в радиолокации. (Система индикатор-оператор). Под ред. В.И. Николаева. М., "Сов. радио", 1971. 143 с. с ил., схем. и табл. Библиогр.: с.136-138 (58 назв.). Предм. указ. с.139-141.
107. Прохоров А. Человек и машина. - "НТО СССР", 1968, № 3, с.20-22 с ил.
108. Проценко В., Мартынова О. Эргономические факторы в конструировании рабочего места водителя. - "Техническая эстетика", 1971, № 7, с.18-21 со схем. и табл., № 8, с.11-13 с ил., схем. и табл. Библиогр.: № 7, с.21; № 8, с.13.
109. Проценко В. Организация рабочего места водителя с учетом требований СЭВ. - "Автомобильная промышленность", 1970, № 9, с.11, 12. Библиогр.: 3 назв.
110. Проценко В. Восприятие интервала и дистанции водителем автомобиля. - "Техническая эстетика", 1971, № 2, с.26-27 со схем.
111. Психологические и эстетические основы научной организации труда. М., "Экономика", 1971, 338 стр. с ил.
112. Психологические исследования. /Сборник статей/. Вып. 2. Ред. коллегия: А.Н. Леонтьев и др. М., МГУ, 1970. 194 с. с ил. Библиогр.: с.192 (10 назв.).
113. Психология и техника. Под ред. Д.А. Опанина. М., "Просвещение", 1965. 248 с. с ил. (Акад. пед. наук РСФСР).
114. Успенский С., Якубова С. Антропологический фактор в промышленном планировании и эргономике. - "Техническая эстетика", 1967, № 12, с.4-9 с ил. и табл.
115. Эргономические исследования и конструирование систем и средств отображения информации. Библиограф. указатель отеч. и иностр. лит. за 1965- - I кв. 1969 г.г. М., 1969. 67 с. (ВНИИТЭ). Сост. Э.Л. Рожкалн. Ред. А.А. Иванов.



116. Физиология сенсорных систем. ч.2., Л., "Наука", 1972. 702 с. с ил. и схем. (АН СССР. Объединенный науч. совет "Физиология" человека и животных". Руководство по физиологии). Библиогр.: с.607-663.
117. Пушкин В., Нерсисян Л. Железнодорожная психология. М. "Транспорт", 1972, 239 с. с ил. и схем. Библиогр.: с.233-238.
118. Раевский В. Динамика работоспособности человека как критерий рациональности режимов труда и отдыха. - "Социалистический труд", 1971, № 4, с.69-74.
119. Раевский В. Производство и психология. Под ред. Г.В. Суходольского. Л., "Судостроение", 1969. 110 с. с ил. граф. Библиогр.: с.106-109 (107 назв.).
120. Рессин Г. Диспетчерский пункт слябинга. - "Техническая эстетика", 1968, № 10, с.7-11.
121. Ротенберг Л. Техническая эстетика и щеклинский эксперимент. - "Техническая эстетика", 1970, № 3, с.1-3 с ил.
122. Роцин А., Горшков С. Вопросы эргономики в свете решений XXIV съезда КПСС по ускорению технического прогресса. - "Гигиена труда и профессиональные заболевания", 1971, № 10, с.3-6.
123. Румшевич И. Антропометрические сведения о водителях большегрузных автомобилей и конструкция сиденья. - "Техническая эстетика", 1969, № 4, с.4-5 с ил. и табл.
124. Фролов В. Человек в системе управления самолетом. М., Воениздат, 1970. 125 с. с черт. Библиогр.: с.124.
125. Система "человек и автомат". Отв. ред. Д.А. Опанин. М., "Наука", 1965. 254 с. с ил. Библиогр. в конце статей.
126. Фольб Р. Основы визуальной проблесковой сигнализации. М., "Машиностроение", 1964, 100 с. Библиогр.: с.94 (144 назв.).
127. Смолян Г. О процессах принятия решений в системах управления. "Техническая эстетика", 1970, № 11, с.12-13.

128. Соловьева В. Физиологические исследования организации труда операторов. - "Социалистический труд", 1970, № 5, с.103-106 с ил.
129. Стрелков Ю. Послеобраз и модель сенсорного звена зрительной системы. - "Вопросы психологии", 1971, № 2, с.57-65.
130. Томилова Л. Использование данных антропологии в эргономике. - "Машиностроитель", 1969, № I, с.14-15.

Техн. редактор Т.В. Реброва  
Корректор Е.А. Калганова

Подписано к печати 4/УП-72 г. Формат бумаги 60x90/16  
Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 0,8 Тир. 500 экз. Зах. 432.  
Цена 5 коп.

Отпечатано в лаборатории множительной техники ВНИИТЭ  
Москва И-223, ВДНХ, корп. 115.

# ЭРГОНОМИКА

ПРИНЦИПЫ  
И РЕКОМЕНДАЦИИ

3



ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ

Государственного комитета Совета Министров СССР  
по науке и технике

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

---

МОСКВА 1971

## А в т о р ы

глава I – Б.С. Березкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Г.Л. Смолян (разд. 1), Б.С. Березкин, В.П. Зинченко (разд. 2), Д.Б. Юдин (разд. 3), Г.Л. Смолян, В.М. Мунипов (разд. 4); глава II – В.В. Дружинин, Д.С. Конторов; глава III – А.И. Губинский, В.А. Мозин, Е.Ф. Ульянов (разд. 1), Н.С. Винсковский, М.А. Колочков (разд. 2), Л.С. Ляпунова (разд. 3), В.И. Шустиков (разд. 4), А.М. Левинов, В.М. Гордон (разд. 5); глава IV – В.П. Зинченко, В.М. Гордон (разд. 1), Т.П. Зинченко (разд. 2), Г.Г. Вучетич, В.П. Зинченко, Т.П. Зинченко (разд. 3), В.П. Зинченко, В.П. Клевцов, Г.Л. Смолян (разд. 4), В.Ф. Венда, В.М. Гордон (разд. 5), В.Ф. Рубахин (разд. 6); глава V – Г.Л. Смолян (разд. 1), М.Д. Ионов (разд. 2).

Третий выпуск сборника "Эргономика: принципы и рекомендации" посвящен вопросам информационной подготовки и принятия решения. В книге содержатся материалы теоретических и экспериментальных исследований, а также попытки схематизации и формализации процесса мыслительной деятельности. Издание предназначено для специалистов в области науки об управлении, анализа и проектирования систем, инженерной психологии и эргономики.

## Редакционная коллегия

В.П. Зинченко (ответственный редактор), Б.С. Березкин, А.Н. Леонтьев, В.М. Мунипов, Г.Л. Смолян (составитель и научный редактор), П.Я. Шлаен.

## Предисловие

Исследования процессов принятия решения не случайно вызывают пристальное внимание специалистов по анализу систем, разработчиков автоматизированных комплексов, инженерных психологов и других специалистов, которые по роду своих занятий так или иначе имеют дело с интеллектуальной обработкой информации. В самом деле, стержневой проблемой автоматизации управления становится проблема оптимизации управляющих решений на основе автоматизированной обработки информации. В связи с усложнением организационных и функциональных структур управления в любой области человеческой деятельности – управление хозяйством, техникой, военными системами и т.п. – указанная проблема приобретает все большую остроту и актуальность. Поэтому исследования интеллектуальной деятельности и развиваемые концепции принятия решения имеют высокую социальную цену. Это объясняется тем, что решаемые в системах управления задачи являются творческими и требуют значительной интеллектуальной активности. Именно задачи прогнозирования занимают центральное место среди других задач, которые реализуются людьми, принимающими ответственные управляющие решения. Это убедительно показано, например, Д.М. Гвишиани\*.

Для того чтобы выработать общее представление о состоянии исследований процессов принятия решения, необходимо проследить подходы к ним с разных сторон, подходы, использующие различные категориальный и инструментальный аппараты. Только комплексное изучение позволит рационально оценить вклад каждого из подходов и использовать полученные результаты в практических целях.

Сказанное выше имеет прямое отношение к постановке прикладных задач эргономики и инженерной психологии. Общие зако-

\*Д.М. Гвишиани. Организация и управление. Социологический анализ буржуазных теорий. М., "Наука", 1970.

номерности деятельности операторов человеко-машинных систем, существо которой составляют развернутые или редуцированные интеллектуальные процессы, еще далеко не выявлены, не говоря уже о специфике этой деятельности в конкретных системах. Поэтому исследовательская работа в этом направлении должна существенно интенсифицироваться. При этом нужно отчетливо представлять себе, что главная цель этой работы заключается в определении структуры мыслительной деятельности, ее операционного состава и "рабочих" характеристик, т.е. количественных показателей - продуктивности, точности и оперативности.

Остановимся на следующих практических задачах, успех в решении которых не может быть достигнут без понимания психологических закономерностей процессов принятия решения и экспериментально найденных параметров этих процессов.

Во-первых, это прогнозирование, оценка и анализ эффективности управляющих комплексов и человеко-машинных систем обработки информации. Здесь особенно важны количественные характеристики мыслительной деятельности людей, без которых оценки эффективности сложных систем оказываются уязвимыми.

Во-вторых, это распределение функций между людьми и средствами автоматизации. Без выявления функциональной значимости и психологических механизмов процессов решения задач человеком в распределении функций всегда будут допускаться существенные просчеты.

В-третьих, это профессиональная подготовка операторов, специалистов и руководителей, принимающих решения на различных уровнях систем управления. Здесь необходимо привести в соответствие индивидуально-психологические свойства человека с требованиями рациональной организации процессов принятия решения, вытекающими из структуры управляющей деятельности. Механизмы накопления и усвоения априорной информации, ответственные за формирование постоянных образно-концептуальных моделей возможных проблемных ситуаций, способности принимать оперативные и квалифицированные решения должны соответствовать масштабу и сложности задач управления.

В-четвертых, это информационное обеспечение или подготовка решения за счет текущей информации, изучение сенсорных, перцептивных и мнемических функций, участвующих в построении оперативных образно-концептуальных моделей. Здесь скрыты наибольшие резервы оптимизации деятельности по принятию решения и могут быть получены практически важные рекомендации по разработке информационных моделей и алгоритмов совместной человеко-машинной обработки информации. (Мы намеренно не касаемся социально-психологических аспектов проблемы принятия решения

и таких категорий, как риск, ответственность и мотивация, ибо последние пока значительно менее конкретны и осязаемы, чем процессы информационной подготовки решения).

Перечисленные четыре направления лежат на основной линии развития инженерной психологии. Можно указать еще одно направление, имеющее скорее познавательное, нежели практическое значение. Это - моделирование, математическое и кибернетическое, процессов интеллектуальной обработки информации. Эта задача имеет много разных названий, наиболее распространенное из которых - эвристическое программирование. Здесь еще не найдены, или почти не найдены, инвариантные к многообразным задачам управления закономерности мыслительных процессов, которые могли бы быть с большим успехом реализованы на ЭВМ.

Есть все основания полагать, что успех в изучении оперативного мышления и реализации на практике рекомендаций, могущих привести к заметному выигрышу в эффективности функционирования человеко-машинных систем, будет достигнут при одновременном движении во всех перечисленных направлениях.

Специально надо отметить следующее: решение задач в человеко-машинных системах является процессом, ориентированным на человека, что предполагает и связь человека с человеком в специфически человеческой форме, подразумевающей интроспекцию и самооценку, а также рефлексивные элементы общения. Об этом часто забывают, поскольку эта связь маскируется вклинивающимися в нее машинными компонентами системы. Но машина и ее информационно-математическое обеспечение представляют собой вспомогательный инструмент для решения задач, внешнее средство деятельности оператора. Машина всегда работает на низшем по сравнению с человеком уровне решения задачи, а человек всегда остается носителем стратегического мышления. В этой связи укажем, что результаты инженерно-психологического исследования процессов принятия решения в автоматизированных системах приобретают более общее значение как возможное средство повышения эффективности управляющей деятельности вообще.

В настоящее время существует в основном две точки зрения по вопросу автоматизации процессов принятия решений. Согласно первой субъективные факторы при решении некоторых сложных практических задач должны быть исключены, и чем сложнее ситуация, тем резче возрастает потребность в машинном принятии решения. При этом основные трудности усматривают применение математического аппарата. Придерживающиеся второй, противоположной, точки зрения считают, что главные трудности связаны с постановкой задачи, выбором критериев и обоснованием разумного компромисса и что только человек способен эффективно пре-

одолевать эти трудности и учитывать изменчивость всех влияющих на процесс решения факторов. Эта точка зрения значительно ближе к психологической традиции, нашедшей преимущественное отражение в этом сборнике.

Надо отметить, что в литературе по проблемам управления вопросы принятия решения освещаются главным образом с позиций формализации и применения статистических или игровых подходов. Ограниченный объем данного издания и его специальная эргономическая направленность не позволили отразить эти подходы в должной мере.

В публикуемом выпуске собраны материалы, отражающие в той или иной мере перечисленные выше аспекты исследования процессов принятия решения. При этом использованы материалы, как специально подготовленные для этого издания, так и опубликованные ранее. Следует иметь в виду, что наличие многочисленных подходов и точек зрения и разная степень проработки отдельных вопросов сказались на настоящем издании. Несмотря на это, мы надеемся, что эргономисты, инженерные психологи и разработчики автоматизированных систем найдут здесь некоторые принципы и рекомендации по методам исследования и организации процессов принятия решения.

Редколлегия сборника благодарит авторов за любезно предоставленную возможность использовать их материалы, в том числе и неопубликованные ранее.

В.П. Зинченко,  
Г.Л. Смолян

## Г л а в а I

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

#### I. Принятие решений в АСУ

Обязательным компонентом любой автоматизированной системы управления является человек-оператор (или коллектив операторов), роль которого не ограничивается чисто технологическими функциями (ремонт, контроль за исправностью и т.д.). Он активно участвует в процессе управления, и хотя форма и степень этого участия могут быть различными, от правильных и своевременных действий оператора зависит функционирование системы в целом. Более того, основная функция оператора в АСУ - принятие решений, поэтому автоматизированную систему следует понимать как человеко-машинную систему принятия решений.

Особенно ярко эта основная функция оператора проявляется в АСУ организационного типа [1]. Функционирование таких систем представляет собой итеративную процедуру принятия решений, связанную с предвидением будущего и с формулированием целей деятельности и постановкой задач. В результате становится ясным, что и как предпринять в той или иной ситуации. Процедуру принятия решений всегда можно совершенствовать и тем самым оптимизировать сами решения.

Использование ЭВМ в итеративных процедурах принятия решений позволяет, с одной стороны, весьма эффективно прогнозировать будущее, а с другой - анализировать "деревья" решений или "деревья" задач, что дает возможность выбрать такие способы их решений, которые в наибольшей степени отвечают целям управления.

Задачи, решаемые АСУ, связанные с выбором оптимального "дерева", являются информационными задачами исследования опе-

раций и представляют собой аналитическую информацию о возможных последствиях различных вариантов решений. Прогноз и аналитическая информация, получаемые с помощью ЭВМ, существенно повышают информированность лиц, принимающих решение, и создают для них целостное представление об объектах управления, несмотря на все увеличивающуюся их сложность.

Как подчеркивает Г.С.Поспелов [1], поток задач в АСУ организационного типа далеко не такой стандартный и заранее известный, как в системах непосредственного управления технологическими процессами. Это создает значительные трудности в исследованиях и разработке таких АСУ и ставит перед эргономикой и инженерной психологией ряд новых задач, решение которых знаменует собой новую, более высокую ступень развития, ибо теперь главным объектом инженерно-психологического исследования должны стать процессы, составляющие основу управляющей деятельности — принятие решений человеком.

Надо сказать, что инженерная психология добилась первых успехов в изучении таких относительно простых видов операторской деятельности, как слежение и диспетчерское управление. Теперь она вплотную подошла к сложным механизмам, отвечающим за процессы принятия решений, в том числе и на высших уровнях управления.

Центральное место принятие решений занимает и в системах непосредственного управления объектами, где процесс управления не может быть полностью алгоритмически описан и управляющее воздействие должно вырабатываться в соответствии с динамическими характеристиками объекта. Такие АСУ, работающие в реальном масштабе времени, характеризуются как недетерминированные. Оператор такой системы в некоторых ситуациях должен утверждать выработанное вычислительными средствами решение или корректировать его, а иногда и сам принимать решение по выбору того или иного управляющего воздействия. При этом рациональный выбор и правильная постановка задач для их решения человеком являются стержневой проблемой автоматизации управления. По справедливому замечанию М.Г.Гаазе-Рапопорта [2], разработка и эксплуатация современных АСУ невозможны без четкого распределения функций между машинной частью этих систем и людьми, принимающими участие в их работе. Неумение ставить задачи вычислительным машинам, работающим в системе, и непонимание того, ка-

ким образом должна использоваться информация, поступающая от них, часто приводят к тому, что весьма совершенные системы, на создание которых было затрачено много времени и средств, оказываются недостаточно эффективными и их возможности не могут быть использованы в полной мере.

Распространенное мнение о том, что вычислительные машины и средства автоматизации в управлении играют лишь вспомогательную роль, что субъектом управления был и продолжает оставаться человек, прерогативой которого является окончательное принятие управляющего решения, фактически не несет полезной информации и не отвечает на вопрос, как должна использоваться информация, поступающая от машин, как и какие решения должен принимать оператор, как и к каким выводам машины он должен безоговорочно следовать, как и какие задачи должен ставить перед машинной частью системы?

Неправильная оценка возможностей автоматизированных подсистем управления часто приводит к тому, что ошибки людей, поставленных в ад системой, ошибки в выборе информации, вводимой в систему, рассматриваются как принципиальные пороки самого принципа автоматизации и используются для его дискредитации.

Это, в свою очередь, приводит к тому, что на автоматизированные системы часто возлагаются частные, вспомогательные задачи, носящие в общей системе управления случайный характер. Положение это, вполне оправданное при проведении экспериментальных исследований для выявления возможностей средств автоматизации, вряд ли терпимо при производственной эксплуатации этих средств.

Первой и основной задачей макропроектирования всякой автоматизированной системы управления, задачей, предвещающей распределение функций между людьми и машинами в ней, являются четкое формулирование целей и задач системы, определение ее места в большой системе, а также содержания и объема внешней информации, которая должна поступать в систему. Без решения этой задачи невозможно ни построение автоматизированной системы управления, ни рациональное распределение функций между ее элементами.

Рассмотрим некоторые АСУ в порядке их усложнения.

Справочно-информационная система для сбора, передачи, хранения и обработки части информации, необходимой для реше-



ния задач управления, выдаваемой по запросам элементов (органов), осуществляющих управление.

2. Справочно-информационная система, осуществляющая те же функции, что и система первой группы, но со всей информацией, необходимой для решения задач управления.

Названные выше системы фактически не являются системами управления, поскольку не решают задач собственно управления, т.е. принятия управляющих решений.

3. Система, моделирующая поведение управляемых систем; она позволяет установить результаты воздействия на них тех или иных внешних возмущений и управляющих воздействий. Система чисто моделирующая, отвечающая на вопросы типа "если..., то...", что дает возможность органу, принимающему управляющие решения, предварительно оценить возможные результаты тех или иных управляющих воздействий.

4. Система, распределяющая в соответствии с заданным критерием динамически изменяющиеся ресурсы между заданными объектами.

Поскольку всякое управление, по существу, сводится к распределению некоторых ограниченных ресурсов, данная система может считаться системой управления.

5. Система, вырабатывающая управляющие воздействия, которые обеспечивают минимизацию отклонений управляемых элементов от заданных критериев качества (ритмичная загрузка, ритмичное выполнение плановых заданий и т.п.).

6. Система, вырабатывающая управляющие воздействия, которые обеспечивают минимизацию некоторого общего для всей системы критерия качества. Возможны два случая, когда критерий качества длительное время сохраняется постоянным и изменяется скачкообразно и когда он непрерывно, но медленно изменяется.

Перечисленные примеры, естественно, не исчерпывают всех возможных разновидностей АСУ.

Рассмотрим теперь, как распределяются функции между машинной частью и людьми в справочно-информационных системах.

На первом этапе развития таких систем к функциям машинной части относятся хранение, обработка и поиск информации. Функции операторов этих систем следующие:

установление и текущая корректировка состава и содержания информации, подлежащей вводу, ее отбор, кодирование и перенос на машинные носители;

обработка нетиповых запросов, их индексирование, кодирование и ввод в машину, а также корректировка типовых запросов;

наблюдение за правильным функционированием технической части системы, осуществление профилактического контроля и текущего ремонта, внесение исправлений в программную часть;

анализ функционирования системы, изучение реакций потребителей, оперативное управление работой всей системы;

совершенствование старых и разработка новых программ, их экспериментальная проверка, совершенствование и разработка новых трансляторов, языков и алгоритмов поиска и обработки информации;

интеллектуальная обработка входной и выходной информации, осуществление обмена информацией между операторами системы;

распределение функций между операторами, обслуживающими систему, обучение операторов и потребителей работе с системой, их информирование об изменениях, внесенных в систему в процессе эксплуатации;

анализ решенных задач, разработка путей дальнейшего развития и совершенствования системы.

Заметим, что на этом этапе функции операторов отличаются большим разнообразием и наряду с интеллектуальными задачами по оценке информации и изменению порядка функционирования системы в сложных и аварийных ситуациях содержат значительное количество рутинных операций типа индексирования и кодирования, а также ввода информации и запросов в машину.

На последующих этапах функционирования подобных систем по мере совершенствования языков общения машины с потребителями, а также с развитием операционных и диспетчерских систем основным режимом работы системы будет режим непосредственного диалога потребителя с машиной. При этом резко сократится объем работ операторов по вводу информации и в основном сохранятся только функции наблюдения, совершенствования системы и обучения потребителей работе с ней. В системах первой группы процесс общения с машиной протекает достаточно быстро, так как система имеет дело с большей частью информации, необходимой потребителю. В системах второй группы этот процесс проходит медленнее, поскольку установить перечень и содержание в с е й информации, которая потребуется для управления, достаточно

трудно. Поэтому роль интеллектуальной обработки информации еще долго будет оставаться значительной. Заметим, что одной из задач, в большей степени лежащей на людях, является задача принудительного (не по запросам и стандартным программам) распределения необходимой информации, главным образом оперативной, между потребителями.

Распределение функций в моделирующих системах существенно зависит от задач и полноты моделирования. (Речь идет только о динамическом моделировании, т.е. об изучении поведения управляемой системы). Помимо непосредственного обслуживания машины на операторов возлагаются следующие задачи: выбор модели, оценка допущений, принятых при ее построении, выбор состава и значений входной информации, используемой для моделирования, оценка результатов моделирования и выбор направления дальнейшего исследования (уточнение и изменение схемы модели, дополнение и изменение входной информации).

Существенным в такой системе является установление временного диапазона моделирования. В тех случаях, когда система достаточно стационарна и мало подвержена изменениям, исходные данные вводятся вручную. Если система склонна к быстрым изменениям своих динамических характеристик, ручной ввод исходных данных затруднен и основной функцией оператора будет разработка специальных алгоритмов для генерирования быстро изменяющихся вариантов входных данных. Одной из сложных задач, решение которой возлагается на человека, является выбор модели, отвечающей потребностям той задачи управления, для решения которой осуществляется моделирование. Математическое обеспечение этой системы на первом этапе ее эксплуатации состоит из набора разнообразных моделирующих программ и их вариантов, а также программ, генерирующих различные варианты изменения входной информации и возможных управляющих решений. Конкретный выбор соответствующих программ в процессе решения осуществляют операторы. Сложность и многообразие подобных программ, затрудняющие выполнение моделирования и его последующую реализацию, заставляют предположить, что на последующих этапах развития системы эти функции будут также переданы машине, что потребует разработки специального языка общения оператора с машиной. Тогда функции человека сведутся лишь к наблюдению за системой, формулированию задания на языке общения и к оценке (анализу) результатов моделирования.

Нетрудно представить и такое положение, когда при достаточно большом количестве однотипных объектов моделирования значительная часть анализа, заключающаяся в отбраковке неприемлемых вариантов управляющих воздействий по формализованному (может быть, эвристическому) алгоритму, будет также возложена на машину.

В системах динамического распределения ресурсов функции машинной части сводятся к проведению весьма большого объема вычислений, длительность которых существенно превышает время, необходимое для принятия управляющих решений и их доведения до исполнителей. Распределение функций при этом не отличается от принятого при использовании вычислительных средств для выполнения научно-технических расчетов.

Рассматривая другие системы управления, можно заметить, что вопросы рационального распределения функций между людьми и техническими средствами зависят от характера задач и степени совершенства системы. Существенным является то, что в таких АСУ резко возрастает удельный вес и значение операторов (и пользователей), осуществляющих интеллектуальную обработку информации, причем особенно большое влияние на функционирование системы этот факт оказывает на первом этапе ее эксплуатации.

При внедрении АСУ необходим тщательный анализ "неформальных" решений, принимаемых операторами с целью изучения, классификации и формализации этих действий для последующей передачи их машинной части системы.

Максимальное освобождение человека от выполнения рутинных операций в АСУ и, следовательно, максимальная защита системы от вредных субъективных факторов могут быть осуществлены лишь путем внедрения системы диалога "человек - машина"; это потребует разработки как специальных технических средств, так и специальных языков общения, ориентированных на специфические задачи АСУ.

Из сказанного следует, что на долю человека в АСУ будут приходиться все более общие интеллектуальные функции по формулированию основных целей и задач управления. Его вмешательство в частные вопросы принятия решений будет ограничиваться лишь аварийными непредусмотренными ситуациями, информация о которых будет выдаваться машиной.

Близкая к изложенной точка зрения развивается Д.Сакманом [3]. Автор отмечает, что появление за последнее десятилетие систем,

работающих с разделением времени, привело к созданию массива эмпирических данных. Этот массив используется для решения вопроса о преимуществах групповой обработки или обработки с разделением времени. Хотя имеющихся экспериментальных данных недостаточно, однако уже сейчас очевидно, что многие из наблюдаемых тенденций могут быть объяснены принципами поведения и решения задач человеком. И, наоборот, психологическая теория может быть обогащена новыми направлениями, возникшими в результате исследования диалога "человек - машина". Автором выдвигается положение о необходимости взаимосвязи науки о поведении и науки, рассматривающей работу вычислительных машин для того, чтобы ликвидировать отставание "гуманитарного элемента" в исследовании проблемы общения человека и машины.

Установлено также, что подавляющая часть времени пользователя расходуется вне связи с оконечным устройством. Это означает, что решение задачи в системе "человек - машина" является процессом, преимущественно ориентированным на человека. Очевидные соображения подсказывают, что в этом контексте понятие "симбиоз человек - машина" может приводить к заблуждению. Пользователь формулирует и мысленно воспроизводит план и ход решения задачи за своим столом, а вычислительная машина используется, главным образом, для последующей реализации и проверки его идей.

В соответствии с этой интерпретацией вычислительная машина и ее информационные службы представляют собой тактиче-ский инструмент в решении задачи человеком, причем пользователь является направляющим источником стратегии его мышления, что вряд ли выглядит как симбиоз человека и машины.

## 2. Принятие решения и оперативное мышление (обзор основных подходов)

Под принятием решения понимают обычно переработку информации человеком, в результате которой он оказывается способным сформировать последовательность целесообразных действий, т.е. действий, ведущих к достижению цели.

Чтобы понять, как человек принимает решения, необходимо раскрыть одну из фундаментальных загадок природы - закономер-

ность мышления. Хотя механизмы мыслительной деятельности остаются пока нераскрытыми, для ряда важных практических вопросов, связанных с рационализацией процесса принятия решения оператором, можно сформулировать некоторые конкретные предложения.

Прежде всего необходимо установить рамки существующих методов анализа и рассмотреть их результаты.

Большинство исследований мышления основано на модельной формализации. Это вполне понятно, так как теория мышления еще не создана, а модель выступает как возможный зародыш теории, как наглядная абстракция [4]. Исследователями мышления создано несколько различных по своей физической природе моделей. Одни основаны на знании свойств элементов мозга и некоторых принципов и механизмов их взаимодействия (по данным нейрофизиологии и физиологии мозга) - это так называемые биологические (или бионические) модели [5,6 и др.]. Другие модели - психологические - построены на анализе алгоритмов взаимодействия человека со средой [7,8]. Особо выделяют модели, использующие знания первых двух типов моделей и рассматривающие мозг как структуру, функционирование которой приводит к разумному поведению, - эвристические модели [9-12, 33]\*.

Биологические модели в настоящее время малоэффективны с практической точки зрения в основном из-за недостатка информации о свойствах и структуре центральной нервной системы и трудностей в описании процесса ее функционирования.

В основу эвристических моделей положен тезис об "этажных" структурных программах обработки поступающей информации, моделях среды и программах действий. Информационные модели объектов внешней среды, явлений и т.п., взаимодействие которых и составляет содержание процесса переработки информации человеком, формируются в коре головного мозга как локальные изменения структурных образований - нейронных ансамблей [14].

Несмотря на познавательную ценность "этажных" моделей, с практической точки зрения более интересен подход к процессам принятия решения, развиваемый в русле системотехники и инженерной психологии и рассматривающий эти процессы как оперативную

\* В последнее время появилось еще одно течение в моделировании интеллектуальной деятельности человека - эволюционное моделирование, заменяющее процесс моделирования человека моделированием его эволюции [13].

деятельность. В.Пушкин определяет оперативное мышление как процесс построения последовательности действий с управляемыми объектами, осуществляемый на основе динамического моделирования этих объектов, их свойств и взаимоотношений [15]. Оперативное мышление тесно связано с практическим мышлением, характерные черты которого подчеркнуты Б.Тепловым [16]: решение должно быть положительным и наилучшим в данных конкретных условиях (для теории ценны и отрицательные результаты); решение должно быть конкретным (на основании анализа сложного материала с обязательным выделением существенного необходимо синтезировать решение, дающее простые и определенные положения); решение должно быть жестко ограничено во времени.

Особенностью оперативного мышления является способность к максимальной продуктивности ума в условиях максимального напряжения, максимальной опасности. В связи с неполной и не всегда достоверной информацией практическое мышление должно обеспечивать быстрое нахождение новых решений при непредвиденном изменении обстановки.

Большую роль играет здесь интуиция – способность быстро разбираться в сложной ситуации и почти мгновенно находить правильное решение. Интуиция практика всегда связана с пространственными и временными моментами. Интуиция предполагает [17]:

быстроту восприятия (быстрое отождествление, понимание);  
воображение (способность представления);  
сокращенное аргументирование (ускоренное умозаключение, т.е. рассуждение, последовательность и посылки процесса которого забыты);

здоровое суждение (умение быстро и правильно оценить важность и значение проблемы, правдоподобность теории и т.п.).

Итак, цель оперативного мышления в АСУ – достижение обязательно положительного результата в условиях дефицита времени при работе с системной информационной моделью. Более того, должна быть достигнута максимальная эффективность решения с учетом возможных изменений внешних условий, т.е. динамики развития решений. Существенным является и то, что управление строится на основе непрерывной последовательности решений, выполняемых человеком и ЭВМ.

Независимо от класса автоматизированных систем функции оперативного мышления, по существу, совпадают с процессами принятия решений, содержащими элемент творчества и новизны и реализующимися в операциональных структурах, уже частично освоенных психологической наукой [18].

С этой точки зрения психология процесса принятия решения должна войти в комплекс наук об управлении и решать конкретные задачи оптимизации управляющих (организационных) решений. Естественно думать, что для выполнения этой функции, для направленного воздействия на практику, феноменологический, описательный подход недостаточен. В лучшем случае на подготовительных этапах исследования с его помощью можно установить лишь многообразие и сложность предмета исследования.

Опыт создания человеко-машинных систем управления и анализ эффективности их функционирования показали, что человеческая деятельность в таких системах предстает как объективное выражение психических усилий человека-оператора\*. В известном смысле сам процесс управления выступает как первичный источник внутренних психологических компонентов мыслительной деятельности, на формирование которых оказывают воздействие прежде всего социально-психологические факторы, уровень технических средств обеспечения принятия решения и общей профессиональной подготовки оператора.

Это обстоятельство обычно плохо учитывается психологами, оставляющими в поле своего зрения преимущественно индивидуальные характеристики мышления.

В закономерностях оперативного мышления проявляется единство психической функции и деятельности, ибо человек-оператор, принимающий решение, естественным образом включен в систему отношений с другими людьми, в процесс общения (с человеком или машиной), т.е. в непосредственную практическую деятельность. Экспериментальные задания, тесты и интервью строятся с расчетом на мышление "вообще". Конкретный характер строя и прог-

\* Здесь человек-оператор понимается как субъект процесса управления, в частности им принимаются решения на уровне руководства, определяющие функционирование системы в целом.

рамы интеллектуальной деятельности редко принимается во внимание. Вероятно, в этом кроются потери эффективности управления.

Логика процесса принятия решения всегда определяется конкретной задачей. Однако эта логика в неменьшей степени обусловлена личностными качествами оператора, прежде всего его интеллектуальными возможностями. С трудностями, вытекающими из неразработанности этой логики, психолог сталкивается как при каждой попытке изучения индивидуальных механизмов принятия решения, так и при каждом опыте психологического анализа организационной и управляющей деятельности коллективов. Разумно считать, что прогресс в изучении этой логики может быть достигнут на обоих путях — исследования внутренних механизмов оперативного мышления, восприятия и памяти и исследования интеллектуального взаимодействия людей в процессе принятия решения. Работа в обоих направлениях только начинается.

Наглядная схема обеспечения условий принятия решения представлена Д.Поспеловым, В.Пушкиным и В.Садовским [12]. Эта схема не только классифицирует задачи, встающие перед человеком в процессе интеллектуальной деятельности, но и позволяет выделить задачи собственно творческие. Рассматриваются системы  $S$ , которые, как предполагается, осуществляют в процессе своего функционирования принятие решения, построение новых действий для достижения предусмотренных целей. Деятельность системы  $S_i$  определяется заданием (1) элементарных действий, (2) способов образования из элементарных действий сложных форм деятельности, (3) формулировок задач, которые реализуются в рамках данного типа деятельности, (4) алгоритмов решения данных задач.

Наборы (1) и (2) характеризуют вид деятельности.

I. Заданы:

язык  $L_i$ ;

условия задачи на языке  $L_i$ ;

методы решения задачи.

Система имеет решение в пределах модели, формируемой на этом языке, независимо от того, описан алгоритм решения задачи или нет. При этом различаются случаи А, Б, В.

А. Задача сформулирована и алгоритмы ее решения тоже.

А-1. Алгоритм решения детерминирован.

А-2. Алгоритм решения не детерминирован, но известны вероятности исходов на случайных ходах.

А-3. Алгоритм поиска алгоритма для решения поставленной задачи детерминирован.

А-4. Алгоритм поиска алгоритма для решения поставленной задачи не детерминирован.

Нетрудно заметить, что А-3 и А-4 подобны А-1 и А-2, хотя и имеют свою специфику.

Б. Задача сформулирована, алгоритма ее решения нет. Задача требует преобразования к форме А. Сведение Б к А — творческий акт.

В. Задача не сформулирована.

В-1. Алгоритм формирования задачи детерминирован.

В-2. Алгоритм формирования задачи не детерминирован, является вероятностным.

II. Нет языка  $L_i$ .

I. Есть метод порождения языка  $L_i$  из известного языка  $L_j$ .

2. Нет метода порождения языка  $L_i$  путем расширения языка  $L_j$ .

Задача сводится к проведению модельных экспериментов, позволяющих перейти к ситуациям I.

Анализируя схему, нетрудно заметить, что ситуации IB и IB требуют творчества; ситуация II, описывающая систему, способную к созданию новых языков, построению и изменению проблемных ситуаций, по мнению авторов, демонстрирует существо эвристической деятельности.

Эвристическая деятельность предполагает наличие условий, позволяющих построить информационную модель проблемной ситуации, проанализировать ее и на основе этого анализа принять решение. В связи с этим она может служить концептуальной моделью поведения человека в процессе решения им творческих задач.

Представляет интерес и несколько иная оценка методов эвристического программирования, данная С.Р.Микулинским и М.Г.Ярошевским применительно к анализу научного творчества [19]. Авторы отмечают, что принципы эвристических программ как теории творческой деятельности человека неоднократно подвергались обсуждению в психологической и кибернетической литературе. Указывалось, что, вопреки мнению создателей этих программ, в них реализуется лишь некоторый частный подход к психологии мышления, что математические приемы, или "эвристика", которые используются

для уменьшения лабиринта задачи, не могут быть рассмотрены в качестве теории процесса решения задач человеком. Некоторые математики указывали на отсутствие принципиальных различий между эвристическими и алгоритмическими программами и вообще отрицали правомерность использования термина "эвристический" в отношении приемов, сокращающих перебор вариантов.

Но, несмотря на критику теоретических притязаний представителей эвристического программирования, в их работах были затронуты некоторые принципиальные проблемы психологии мышления, и дальнейшая разработка как психологической теории продуктивного мышления, так и средств описания интеллектуальной деятельности человека связана с анализом и обсуждением этих проблем, оказавшихся на стыке психологии и кибернетики.

Принято считать, что эвристические (машинные) программы обладают типичными алгоритмическими свойствами (массовость, детерминированность, результативность) и в силу этого не годятся как инструмент моделирования творческих процессов. На их стороне имеются серьезные преимущества, в особенности по сравнению с традиционными психологическими концепциями, отвергающими возможность формализации процессов решения. Для психологии было бы просчетом игнорировать эти преимущества или считать эвристическое программирование бесперспективным в изучении некоторых особенностей интеллектуальной деятельности. Однако не менее грубым просчетом со стороны эвристиков-кибернетиков было бы пренебрежение той психологической реальностью, которую они рассматривают воспроизвести в своих моделях.

Понятие "психическая деятельность" ничуть не беднее понятия "информационные процессы". Эффективность эвристических программ зависит от диапазона, в пределах которого их авторам удается учесть и описать на формализованном языке реальные человеческие способы управления процессами решения, специфические психологические закономерности продуктивного мышления, особые программы творческого акта [19].

Вот перед этим своеобразием и обнаруживается принципиальная (а не только обусловленная бедностью имеющихся средств формализации и современных технических средств) ограниченность эвристического программирования в его современной сложившейся форме (от Ньюэлла, Саймона и Шоу до М.М.Ботвинника).

Основываясь на идее сокращенного перебора вариантов, оно исходит из того, что уже известны более эффективные приемы и стратегии выбора решения, нужно лишь извлечь их из множества других, менее эффективных и, описав математически, построить решающий алгоритм. Но в том-то и состоит главная трудность, чтобы добыть "уже известное". Оно может быть извлечено только из богатства предметного мира, притом в результате напряженного поиска, предполагающего на пути к цели множество неэффективных, с точки зрения конечного результата, а иногда и просто ложных шагов.

После того как цель достигнута и маршруты подвергнуты анализу и оценке, можно получить материал для эвристических (машинных) программ. Но эти программы в любом случае будут иметь ограниченное и частное значение, поскольку инструменты познающего мышления неисчерпаемы и с каждым сдвигом в содержании и строе мышления меняется состав "уже известного", т.е. объектов для эвристических моделей.

К этому следовало бы добавить, что формализация, о которой идет речь, носит особый характер, поскольку она может быть осуществлена только на машинном языке (пока еще рано говорить о человеческом языке, понятном машине). Поэтому логические и речевые формы, в которых протекает реальный мыслительный процесс, и формы, которые придаются ему с целью программирования, отнюдь не совпадают. В противном случае можно было бы судить о первых по вторым и, наблюдая работу вычислительной машины, составить схематическое представление об операциях мыслящего мозга. Пока еще эвристическое программирование ни на шаг не приблизилось к разработке такой схемы. Его развитие сковывают два фактора: особенности языка, на который может быть "переведено" знание о решении творческих задач человеком, и ограниченность самого этого знания.

Вопрос о соотношении между формализуемыми и неформализуемыми компонентами мыслительного процесса приобрел крайнюю остроту именно в связи с развитием эвристического программирования.

Имеется множество историко-научных и экспериментально-психологических данных о том, что принципиально новые результаты достигаются лишь при преодолении старых, устойчивых логических стереотипов. Творческое решение сплошь и рядом не может быть получено путем следования логическим (и эвристическим) правилам.

Кибернетический этап научно-технической революции обострил интерес именно к той стороне мышления, которая ответственна за разрушение традиционных форм.

Однако нельзя согласиться с тем, что принятие решения выходит за пределы логики вообще, - в области интуиции и подсознательного в их традиционном понимании; мысль не может разрушать одни формы иначе как создавая другие, более адекватные практическим задачам.

Мышление переходит от одной "логики" (системы форм, категорий, операций) к другой, и задача состоит именно в том, чтобы понять те индивидуальные и социально-психологические факторы, под действием которых совершается этот переход [19].

Рассмотрим теперь кратко деятельность человека-оператора в АСУ и попытаемся определить области возможной практической формализации его деятельности.

При этом, поскольку до настоящего времени не существует единой классификации и профессиографически четко описанных конкретных операторских функций, будем исходить из принятых основных групп деятельности оператора, характеризующихся однотипностью функциональной структуры: оператор-наблюдатель, оператор-исполнитель, оператор, принимающий решение [20, 21].

В зависимости от удельного веса того или иного этапа деятельности (преобразование по форме - "сообщение - сообщение", преобразование по содержанию - "сообщение - команда" и исполнительные действия - "команда - команда") определяется и вид операторской деятельности. Нетрудно видеть, что указанным трем типам задач оператора могут соответствовать различные виды мыслительной деятельности.

Определяя интеллект как свойство преобразования входных сигналов, зависящего от содержания задачи, Л.Фогель [22] предложил шкалу логической сложности решений. Такой подход представляет интерес, ибо логика решений определяет во многом выбор того или иного принципа построения информационной модели.

И. Д е д у к т и в н ы е решения, полностью определенные алгоритмически и описываемые формулой:

$$y_i = F(x_i),$$

где  $x_i$  - входной сигнал;  
 $F$  - логический оператор;  
 $y_i$  - выходной сигнал.

В простейшем случае это элементарные системы, например аварийные, когда в ответ на зажигание лампы нажимается кнопка (такую же роль в технике играет обычный плавкий предохранитель). Несколько более сложна оптимизирующая дедукция, когда по определенным критериям достигается оптимизация выходных действий. Например, в системах слежения с компенсацией оператор при изменении положения сигнала индикатора соответственно изменяет положение маркера - следящей точки, положение которой задается кньюппелем (или другим механизмом). При адаптивной дедукции формирование ответных действий происходит с учетом изменений, например скорости движения входных сигналов\*.

Нетрудно видеть, что указанные задачи относятся к классу IA-1, IA-2 и могут быть достаточно легко автоматизированы. Действительно, такие задачи довольно часто решаются ЭВМ.

2. А б д у к т и в н ы е решения, которые предполагают нахождение причины ( $x_i$ ) по известному следствию ( $y_i$ ) и руководящему правилу ( $F^{-1}$ ), отличаются от первых некоторой неопределенностью и описываются формулой:

$$x_i = F^{-1}(y_i).$$

Сюда относятся статистические задачи, задачи обнаружения сигнала на фоне шума или распознавания образов. Память и опыт оператора дают правила, в соответствии с которыми точка экрана воспринимается (отождествляется) либо как сигнал, либо как шум. Требуется найти оптимальный алгоритм решения, причем могут быть известны априорные сведения о статистике сигнала и помехах. Теоретически разработаны способы обработки входного сигнала с целью минимизации потерь из-за принятия неправильных решений [23]. Психологическая модель оператора-наблюдателя, имеющего дело с подобными задачами, подробно анализируется Е.Соколовым [24].

Л.Фогель отмечает, что для решений такого типа большое значение приобретают эвристики, которые он рассматривает как "правила" решений, выведенные из прошлого опыта [25]. Хотя подобные решения и могут быть отнесены к классу IA (т.е. могут быть реализованы на ЭВМ), практически они, как правило, пока

\* Подразумевается, что задача выделения сигнала из шума на данном этапе не ставится, т.е. выделение сигнала обеспечено.

остаются за человеком, с возложением на ЭВМ лишь вспомогательных расчетных задач.

Нетрудно заметить, что в описанных случаях предъявляется сравнительно небольшое количество несложной информации и существует жесткая связь между стимулами  $X_i$  и ответными реакциями  $Y_i$ , обеспечивающая немедленное исполнение действия — речь идет о системах с немедленным обслуживанием.

К иному классу относятся системы с отставленным обслуживанием, действия в которых характеризуются наличием определенных правил обработки информации и достаточно продолжительным этапом информационного поиска (система правил может быть и неформализованной). Как правило, действия оператора в таких системах носят сложный опосредствованный характер через символику информационной модели [20].

3. **И н д у к т и в н ы е** решения — результат систематизации и обобщения — используются, когда для событий надо найти руководящее правило  $F$ , вызывающее данное событие. Примером может служить работа службы управления воздушным движением. Особую роль играет здесь оптимальная организация перцептивных процессов, так как оператор основывается на классификации сигналов.

В работе Л.Фогеля [22] рассмотрен еще один класс решений высшего уровня логической сложности — **а в т о н о м н ы е** решения, когда автомат самостоятельно определяет собственные задачи. Основой таких решений является наличие активной установки на самосохранение. По упомянутой схеме эти решения можно отнести к классу IB или IB. Однако такой класс решений в АСУ пока не встречается (как, впрочем, и решения класса II).

4. **К п р о г н о з и ч е с к и м** решениям относятся те, которые приходится принимать в сложных системах управления, когда важно заранее планировать всю совокупность воздействий на управляемые объекты, выработав стратегию и тактику действий в ответ на возможные действия объекта. Это основной тип работы в системах с неполной информацией или в игровых системах. Схема решения задач этого класса приведена на рис.1.

Данных о процессах переработки информации пока явно недостаточно для оценки работы оператора со сложными информационными полями, поэтому для исследования систем с отставленным об-

служиванием широко используются экспериментальные работы с измерением времени реакции.

При этом исходят из объективной детерминированности психических процессов окружающими условиями (между раздражителями и ответными реакциями устанавливаются многообразные, но объективные закономерности, выражающиеся, например, в различной скорости протекания психических актов при разных условиях их осуществления) и стараются применять строгие методики измерения времени реакции. Теоретический анализ этих экспериментальных данных в инженерной психологии осуществляется обычно двумя методами — теоретико-информационным и методом содержательного анализа деятельности, в частности методом анализа движений глаз [26].

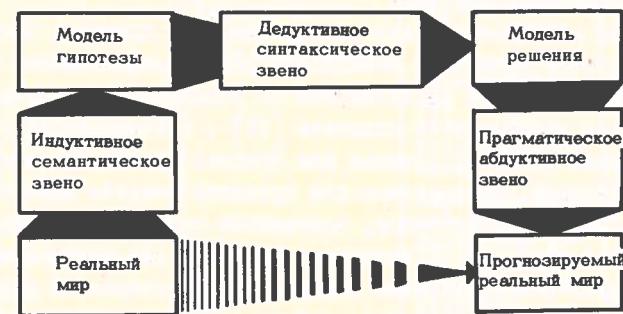


Рис. 1. Схема решения прогнозических задач

Теоретико-информационный (или теоретико-вероятностный) метод количественной оценки действий оператора опирается на мнение, что психологический механизм восприятия и переработки информации основан на обработке человеком вероятностной структуры предъявляемой последовательности сигналов [27-29]. Оператор рассматривается как канал связи. Следовательно, к нему применима шенновская оценка пропускной способности канала, основанная на энтропии сообщения. При этом, как известно, У.Хиком и Р.Хайменом была установлена связь между временем реакции, включающим время срабатывания афферентной системы, системы центральной обработки сигнала и эфферентной системы, с количеством информации в реакциях выбора [30].

Однако теоретико-информационный метод имеет ряд недостатков, связанных с отличиями человека от канала связи.



Во-первых, оператор не только приемник, но и потребитель информации. Значит, для него играют роль и семантическая (содержательная) и прагматическая стороны информации [20, 33].

Во-вторых, оператор не просто приемник информации - он сам устанавливает порядок приема информации.

В-третьих, вследствие ограниченного объема оперативной памяти (5-9 одновременно рассматриваемых альтернатив) оператор возвращается к анализу состояний объекта, временно отвергнутых им ранее.

Содержательный подход, развиваемый В.Зинченко [31], позволяет качественно объяснить многие фрагменты деятельности оператора в процессе принятия решения, однако формального аппарата, его описывающего, еще нет.

Бурно развивается один из описательных приемов, используемых в качестве удобной и компактной формы представления всей структуры умственной деятельности по управлению, - алгоритмическое (или операторное) описание [32]. Г.Заракровский представляет процесс принятия решения как процесс преобразования элементарных операций. Специфичным для принятия решения является активация (перевод в активное, осознанное состояние) образа, представление о цели или об алгоритме действий для достижения цели.

Процесс преобразования информации, приводящий к формированию такого образа, может быть любым, кроме реакций прямого замыкания, т.е. непосредственно ассоциативной связи между стимулом и реакцией. Следовательно, по своей внутренней структуре простейший вид решения отличается от процесса восприятия наличием еще одного шага преобразования информации - перекодирования. Под перекодированием понимают процесс осознанной актуализации (активации) энграммы (хранящегося в памяти образа, представления, понятия, связи, программы), ассоциированной в прошлом опыте с воспринятым в данный момент сигналом. Все остальные виды решений имеют дополнительные шаги преобразования информации.

Приведенные в табл. I характеристики элементарных операций относятся к операциям с элементарными единицами информации. Таковыми единицами являются сигналы (энграммы), дифференцируемые от других сигналов по одному признаку. Г.Заракровский называет их оперативными единицами информации (о.е.и.) или оперативными единицами восприятия, памяти и т.д.

Т а б л и ц а I

Характеристики элементарных операций  
(по Г.Зараковскому)

Класс	Вид (подвид)	Условия эксперимента (измерения)	Время операции, сек
Актуализация - перевод энграммы в состояние, необходимое для дальнейшей переработки информации	Пассивная актуализация - без полного осознания энграммы	Время соизмеримо со временем элементарного восприятия	0,033±0,170
	Активация - актуализация с полным осознанием энграммы	Время свободных ассоциаций на слова	0,4±2,0
Сопоставление воспринятого или актуализированного сигнала с эталоном по определенному признаку	Качественно-альтернативное сравнение: а) отождествление (идентификация); б) отрицание	Перекодирование слова в образ, пространственную схему	1,2±1,5
		Перекодирование цифрового выражения угла в зрительный образ (или обратно)	0,7±2,7
		Выявление отношений трех градаций по признакам величины угла, длины линии и взаимного расположения двух простых фигур	1,7±2,6
Переход от сопоставления по первому признаку к сопоставлению по следующему признаку	Замыкание связи между двумя признаками	Расчетный вывод на основании ряда косвенных данных	0,08±0,10
		15 образований связей в сек	

О.е.и. - неустойчивые образования. Они изменяются в процессе обучения, при изменении цели деятельности и под влиянием других факторов. Поэтому задаваемая человеку структура сигналов не определяет однозначно алфавит о.е.и., которые реально воспринимаются, извлекаются из памяти или образуются в процессе переработки информации.

Подобная неустойчивость присуща и алгоритмам преобразования информации человеком. Как правило, в процессе обучения происходит свертывание не только первоначально заданных оперативных единиц в единицы более высоких порядков (превращение сигналов в метасигналы), но и упрощение алгоритмов. Отсюда следует, что использование на практике приведенных характеристик преобразования информации человеком в процессе принятия решения невозможно без выяснения реально существующих в данном виде трудовой деятельности о.е.и. и алгоритмов. Для этого необходимо применять методы психофизиологического анализа трудовой деятельности, позволяющие хотя бы приблизительно выявить структуру оперативной переработки информации человеком.

Поскольку уровень развития психологии мышления не позволяет достаточно полно раскрыть внутреннюю структуру процессов принятия решений, классификация решений и элементарных преобразований в значительной степени гипотетична, а имеющиеся количественные характеристики - ориентировочны.

В работе [34] психологический механизм решения проблем представлен следующим образом. В ходе динамики познания в мозгу человека, решающего проблему, осуществляется построение психологических эквивалентов объектов, составляющих проблемную ситуацию. Построение это происходит под регулирующим воздействием системы отношений, образующих цель. Эквивалент того или иного элемента ситуации, построенный в мозгу, включает в себя лишь некоторые свойства этого элемента, выраженные в его отношениях с другими элементами. Следовательно, психологические заместители реальных предметов, из которых складывается проблемная ситуация, представляют собой системы отношений. Отношения эти весьма подвижны... Динамика отношений порождается различными целями и различными размещениями элементов проблемы.

Для такой подвижной формы существования элементов проблемы авторы используют понятие "мозговой модели", которая представляет собой, таким образом, "систему отношений, порожденную

с одной стороны, составом исходной ситуации, а с другой - теми отношениями, которые образуют конечную цель проблемы".

Пожалуй, наиболее характерным примером описательного подхода к проблемам принятия решения может служить раздел о мышлении в книге [35]. Авторы отказываются от каких-либо определений и содержательного анализа и ограничиваются некоторым набором внешних признаков, предназначенных для характеристики оперативного мышления. К таким признакам они относят [35, стр.70]:

связь (единство) между восприятием и осмысливанием информации;

непосредственное "вплетение" в деятельность операторов;

жесткий лимит времени;

большое эмоционально-волевое напряжение;

большой удельный вес.

Кроме того, необходимыми компонентами являются образное представление, воссоздание, моделирование обстановки.

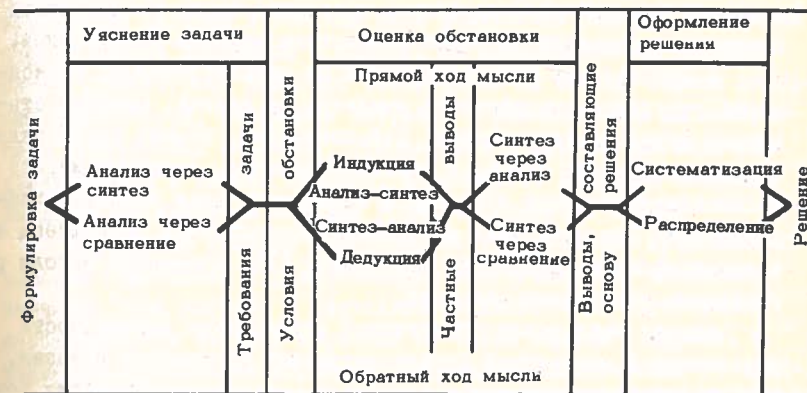


Рис. 2. Структура мыслительного процесса принятия решения

Далее авторы рассматривают структуру оперативного мышления (рис.2). Под уяснением задачи понимается "соотнесение цели со способом действия", слагающиеся "из двух основных операций мышления: анализ через синтез и через сравнение".

Оценка обстановки по "психологическому содержанию представляет собой соотнесение проанализированных требований задачи с условиями ее выполнения". Это соотнесение осуществляется методом выдвижения, анализа и проверки гипотез, затем различные элементы обстановки складываются в единое представление, целостную картину, называемую "оперативно-информационной моделью обстановки". В результате построения, как правило, нескольких оперативно-информационных моделей и их мысленной проверки находится оптимальный план действия, строится модель, учитывающая все стороны обстановки и все последствия планируемых действий. Эту модель, являющуюся замыслом решения, называют концептуальной. Именно она становится программой практических действий, кладется в основу исполнения решения. Весь этот процесс осуществляется посредством синтеза через анализ, дополняемый синтезом через сравнение.

Оценивая в целом изложение вопроса, можно еще раз подчеркнуть, что, по-видимому, сложность и неизученность процессов принятия решений не позволяют в настоящее время пользоваться понятиями, обладающими более конкретным научным содержанием.

В приведенных выше материалах не рассматривалась зависимость структуры оперативного мышления от задачи, которая ставилась перед исследователем. Действительно, помимо такой задачи, как автоматизация процесса принятия решения, возможна задача рационализации этого процесса в конкретном виде трудовой деятельности. Для этой цели на примере деятельности диспетчера на железнодорожном транспорте В.Пушкиным [15] применены методы регистрации умственных операций.

Анализ материалов объективной регистрации деятельности диспетчера в конкретной производственной обстановке показал, что оперативное мышление как процесс, регулирующий работу большой системы, включает три компонента: 1) динамическое информационное моделирование производственных операций системы (мысленное перемещение объектов); 2) логические операции, входящие в структуру плана диспетчера; 3) деятельность по формированию новых стратегий в условиях проблемных ситуаций. Существенным моментом этой деятельности является отображение диспетчером элементов системы в их связях, взаимоотношениях и динамических характеристиках.

Как было показано В.Пушкиным, мышление - основной психологический процесс в труде диспетчера. Однако процесс решения задач предполагает и другие виды психологической деятельности, и прежде всего - процессы восприятия и памяти. Значение образов непосредственного восприятия диспетчера (зрительного или слухового) состоит в том, что они являются основой, материалом для построения моделей управляемых объектов. Каждая информация, идущая через зрительный или слуховой анализатор, не сразу перерабатывается посредством интеллектуальной деятельности: вначале она неизбежно должна трансформироваться в модель управляемого объекта, с которым диспетчер разобщен.

Память диспетчера может быть подразделена на два вида - память статическую и память оперативную. Статическая память - это сохранение и последующее воспроизведение элементов статической системы управляемого объекта. По своему характеру эта память весьма стабильна и представляет собой важнейшее условие производственной деятельности диспетчера. Память оперативная выступает как запечатление особенностей различных элементов динамической системы в тот или иной конкретный момент. Эта форма памяти весьма динамична и зависит от решения задач, стоящих перед диспетчером. Как было установлено на основе опроса дежурных диспетчеров, различные ситуации и динамические характеристики управляемых объектов, относящиеся к нерешенным задачам, удерживаются в памяти надолго. И наоборот, элементы ситуаций выпадают из памяти в случаях успешного решения задач.

Управление сложной производственной системой предъявляет высокие требования к распределению и переключению внимания. Значение этих свойств в деятельности диспетчера обусловлено необходимостью частого перехода от одной задачи к другой, а также управлением несколькими операциями одновременно (в среднем дежурный диспетчер руководит 4-5 операциями).

Психологическое исследование деятельности диспетчера было проведено на диспетчерских системах, управляющих движением разрозненных элементов. Выводы, полученные на основе этого исследования, в известных пределах могут быть перенесены и на другие виды диспетчерского управления.

### 3. Выбор решений в сложных ситуациях [36]

Работа любого специалиста или руководителя заключается, главным образом, в выборе решений. Выбор схемы, составление прогноза, проектирование регулятора, разработка алгоритма, планирование производства или военной операции — примеры выбора решений.

Современная практика решения сложных задач управления, планирования и проектирования придерживается следующей схемы. Вначале исходная информация об условиях задачи, как правило, недостаточно определенная, искаженная ошибками, произвольным образом преобразуется (чаще всего усредняется), без обоснования характера преобразования (сглаживания). При этом, естественно, теряется часть информации, и в модель привносится некоторая субъективная информация. Полученная таким образом детерминированная задача формализуется затем как задача выбора решения в условиях полной информации.

Для широкого класса ситуаций естественным формальным подходом к выбору решения является общая схема математического программирования. Выбор решения рассматривается как выбор вектора или (и) вектор-функции, принадлежащих некоторому множеству и обращающих в максимум или минимум, в зависимости от постановки задачи, некоторый функционал — критерий качества решения.

Анализ опыта решения практических экстремальных задач методами детерминированного математического программирования свидетельствует об успешном применении этих методов (и внедрении их в практику планирования, управления и проектирования) в относительно простых задачах, главным образом одноэкстремальных, при относительно небольших размерах (когда число переменных и ограничений не превышает сотен или тысяч). Однако эти методы не прививаются в системах большой сложности, при синтезе которых намечается тенденция перехода к эвристическим приемам, как только задача становится многоэкстремальной или ее размеры значительно увеличиваются.

Имеющиеся теоретические оценки трудоемкости поиска решения условных экстремальных задач и оценки потенциальной производительности перспективных вычислительных машин не дают осно-

ваний надеяться, что удастся существенно увеличить размеры детерминированных экстремальных задач, поддающихся решению за обозримое время. (Здесь, естественно, не говорится о специальных задачах, особенности которых позволяют строить эффективные методы решения задач достаточно больших размеров).

Таким образом, при немалых размерах задачи или при сложной структуре показателя качества решения или области его определения, время, необходимое для выбора решения методами детерминированного математического программирования, обычно превышает время, которое может быть на это отведено. Однако, как увидим ниже, имеются основания предполагать, что трудности выбора рационального оперативного решения в сложных ситуациях связаны скорей с подходом к проблеме, чем с формальными методами ее анализа.

Исследуем факторы, затрудняющие использование детерминированных моделей математического программирования в качестве формального аппарата выбора решения в сложных ситуациях. Для этого сравним процесс выбора решения живыми организмами с формальной постановкой и решением экстремальных задач. Живые организмы накапливают опыт и каждое новое решение в ситуации, близкой к предыдущей, принимают, учитывая последствия предыдущих решений. Многократный выбор решений в малоразличающихся ситуациях ведет к автоматизации выбора. Больше того, можно предположить, что эволюция вида благодаря естественному отбору и опыту индивидуума в процессе адаптации индуцируют некоторую вероятностную меру на классах ситуаций, характерных для вида или индивидуума. Иными словами, благодаря накопленному общевидавому или индивидуальному опыту живые организмы вырабатывают некоторую вероятностную оценку ситуации, позволяющую выбирать решения, оптимальные "в среднем". Такая гипотеза объясняет возможность предвидения и механизмы инстинктов, позволяющие почти автоматически принимать решения в привычных для вида или индивидуума ситуациях.

Решения, выбираемые живыми организмами, не всегда направлены на оптимизацию конкретных целей в конкретных ситуациях. То, что с первого взгляда представляется естественной целью выбора, часто не содействует оптимизации критерия качества решения, отвечающего более широкой информации об обстановке. Решение, оптимальное при ограниченной информации, может оказать-

ся далеко не лучшим при более широком взгляде на вещи. Кроме того, как мы видели, выбор оптимального решения в условиях полной информации (в той мере, в которой можно говорить о полной информации) требует, как правило, больше времени, чем то, которым располагают.

Формальные методы детерминированного математического программирования не отражают опыта, накопленного при решении задач с мало различающимися исходными данными. Информация о решении задач для некоторой системы исходных данных не облегчает и не ускоряет решение задач с близкими значениями параметров условий. Выбор решения как детерминированная задача предполагает возможность существенного изменения решения при незначительных изменениях любого из параметров условий. Это один из факторов, определяющих трудоемкость решения детерминированных экстремальных задач.

Приведенные рассуждения дают основание для следующих качественных требований к структуре формального аппарата выбора решений в сложных ситуациях.

Модель выбора решения должна соответствовать не отдельной ситуации, а классу однотипных (определяемому информацией об условиях задачи) ситуаций. Выбор структуры оптимального "в среднем" решения должен производиться для класса ситуаций таким образом, чтобы для каждой конкретной ситуации можно было бы найти конкретное решение.

Формальный процесс выбора решения в том или ином классе однотипных ситуаций должен состоять из двух этапов - предварительного и оперативного. На предварительном этапе следует накопить информацию о статистических характеристиках ситуаций, в которых необходимо принимать решения, и выработать механизм "оптимизации в среднем" решения. Определение понятий "однотипные ситуации" и "оптимизация в среднем" уточняется для каждой конкретной задачи. Механизм выбора решений, выработанный на предварительном этапе, должен быть достаточно простым, чтобы на оперативном этапе можно было выбрать решение, как только получены параметры конкретной ситуации. По мере увеличения опыта и уточнения априорных статистических характеристик класса однотипных ситуаций должен уточняться и механизм оперативного выбора решений.

Требуемыми свойствами обладает ряд достаточно общих моделей стохастического программирования. Под однотипными ситуациями в этих моделях подразумеваются ситуации, описываемые областью определения стохастической задачи. Смысл "оптимизации в среднем" в каждом случае уточняется выбранным критерием качества решения задачи.

Если статистические характеристики ситуации (характеристики распределения параметров условий стохастической задачи) заранее известны или получены в процессе целенаправленно организованных наблюдений (например, методами стохастической аппроксимации), то можно получить решающее правило - механизм оперативного выбора решений.

Задачи первого этапа - определение подходящих оценок для статистических характеристик класса ситуаций, в котором надлежит выбирать решение, и разработка решающего правила - могут быть достаточно сложными и трудоемкими. Однако полученное при этом решающее правило оказывается весьма простым, позволяющим в достаточно сложной ситуации быстро выбрать решение.

Во многих задачах управления в условиях неполной информации решение должно быть принято, как только проявляются случайные реализации условий задачи. При этом времени для решения задачи с параметрами, отвечающими проявившейся частной реализации условий, недостаточно. Такие случаи представляют собой характерные ситуации, в которых целесообразно заранее вычислить решение стохастической экстремальной задачи как случайный вектор, т.е. заранее получить решающее правило.

Это позволяет получить в явном виде зависимость решения (или механизма выбора решения) от априорной информации о статистических характеристиках параметров задачи и от текущей информации о конкретной реализации этих параметров.

Решающие правила подобного типа могут быть использованы в качестве типовых планов, алгоритмов для управляющих комплексов, стандартных проектов и т.д. Такие планы, алгоритмы и проекты, учитывая статистические характеристики случайных отклонений от ожидаемой ситуации, определяют в общем виде рациональное решение для класса ситуаций. Они позволяют выбрать конкретное решение, как только вводится информация о реализации условий задачи - технологии и ресурсах при планировании, входных возмущающих

сигналах при управлении, об условиях привязки при проектировании. Поскольку решающее правило зависит также от статистических характеристик параметров класса рассматриваемых ситуаций, то накопление информации и уточнение статистики способствуют совершенствованию качества решений.

Заметим, что использование оптимальных "в среднем" решающих правил не дает, естественно, стопроцентной гарантии выбора рационального решения в каждой конкретной ситуации. Связанный с этим риск является платой за возможность оперативного выбора рационального решения в сложных ситуациях.

Во всех случаях, когда речь идет о прогнозировании поведения сложных систем, вывод о возможности разделения процесса решения сложной задачи прогнозирования на два этапа – трудоемкий предварительный, использующий априорную статистическую информацию для получения решающего правила, и нетрудоемкий оперативный, использующий для решения задачи текущую реализацию случайных процессов, – остается справедливым.

Относительно простые решающие правила, однако при существенно более сложных задачах предварительного этапа, могут быть получены и для ряда различных моделей управления в условиях неполной информации и для некоторых частных классов задач управления марковскими процессами.

#### 4. Организация информационной подготовки и принятия решения в АСУ [37]

Основная задача АСУ организационного типа может быть в общем виде представлена как задача оптимального (рационального) распределения или перераспределения ресурсов (материальных, трудовых, финансовых). Трудности принятия решения по распределению ресурсов обусловлены, с одной стороны, сложностью и размерностью задач при непрерывном повышении требований к качеству решения, а с другой – огромным и не всегда упорядоченным объемом информации, циркулирующей в системе и подлежащей обработке, а также ее запаздыванием. Необходимо учитывать и трудности реализации сложных и экономичных алгоритмов обработки информации и обеспечения высоконадежной работы технических средств.

В подобных системах автоматизации подлежат функции сбора, передачи, обработки, хранения и отображения информации о внеш-

ней среде, состоянии и функционировании системы управления. Само управление протекает в динамических условиях. Поэтому, кроме высокого уровня профессиональной подготовки лиц, участвующих в обеспечении и принятии решения (что совершенно естественно), требуется и высокая степень организации их оперативной деятельности в условиях наиболее полного использования возможностей, предоставляемых средствами автоматизации.

Разумное распределение функций является обязательным для любых АСУ. Средства автоматизации должны рассматриваться как инструмент получения информации с такими качественными и количественными характеристиками и в таком виде, которые наиболее пригодны для принятия решения человеком.

Задачи рационального распределения ресурсов, как и большинство задач оптимизации, являются творческими, требующими привлечения разнообразных эвристических механизмов оперативного мышления, воображения, интуиции, а иногда и счетно-аналитических способностей, умения оценивать неопределенность исходов и степень риска. Все это предопределяет особенности организации процессов принятия решений на пунктах управления.

Не претендуя на полноту и строгость, можно выделить следующие основные компоненты процесса принятия решения:

оценка текущего состояния ресурсов и разработка или оценка поступивших требований на распределение (перераспределение) ресурсов;

разработка, анализ и оценка альтернатив решений с учетом прогноза состояния ресурсов на известный период времени по выбранным или заранее определенным критериям; решение задачи оптимизации;

определение (уточнение) требуемых мероприятий по распределению ресурсов, выбор альтернативного решения – собственно принятие решения руководителем;

разработка управляющей информации на основе принятого решения с целью доведения его до исполнительных звеньев.

Для систем, функционирующих в условиях конфликта, необходимым компонентом является раскрытие замысла и прогнозирования действий противника, предшествующие разработке и оценке альтернатив.

Заметим, что структура этого процесса напоминает представление процесса решения, используемое исследователями опе-

раций. Отличие состоит в том, что исследователь операций располагает временем для моделирования (математического, физического и даже психологического - в экспериментальных играх) процесса распределения ресурсов, в то время как персонал пункта управления обычно этого времени не имеет. Поэтому здесь требования к организации процесса управления (решения) значительно более суровые, особенно с точки зрения обеспечения оперативной реализации каждого из компонентов процесса. Это обстоятельство заставляет тщательно анализировать все внешние и внутренние факторы, влияющие на эффективность деятельности персонала пунктов управления и тем самым на качество решения основной задачи.

Эти факторы могут быть сгруппированы следующим образом. К первой группе относятся факторы, связанные с организацией работы персонала, а именно:

распределение функциональных обязанностей между операторами;

координация деятельности отдельных групп и служб пункта управления по решаемым частным задачам;

степень обученности и тренированности персонала, в том числе и уровень подготовки операторов к работе на автоматизированных средствах управления.

Вторая группа факторов определяется степенью и характером взаимодействия операторов со средствами управления. К ней относятся:

степень соответствия информационной модели реальной обстановке и задачам операторов и удобство пользования средствами отображения;

организация автоматизированных рабочих мест и пультов управления, обеспечивающих оперативное управление источниками информации, отбор и преобразование информации на устройствах отображения и для ее обработки, а также ввод и выдачу управляющей и различной вспомогательной и служебной информации.

Эта группа факторов обеспечивает оперативность деятельности персонала, особенно важную для систем, работающих в реальном масштабе времени.

Третья группа факторов связана с работой средств автоматизации. К ней относятся:

возможности выбранных средств сбора, обработки, передачи и отображения информации;

качество алгоритмов, разработанных для решения отдельных задач обработки информации;

общая надежность функционирования комплекса средств автоматизации.

Перечисленные группы факторов в той или иной степени сказываются на эффективности принятых решений и тем самым на эффективности управления. Анализ этих факторов позволяет оценить роль персонала в принятии решений как ведущую и рассматривать функционирование средств автоматизации как обеспечивающую деятельность.

В некоторых случаях требуемые оценки текущего и прогнозируемого состояния распределения ресурсов и сопровождающие оценки расчеты могут выполняться на ЭВМ. На машину могут быть возложены и функции формирования информационной модели и того конечного представления о проблемной ситуации, на базе которого рождается решение. Степень самостоятельного участия ЭВМ в решении зависит от организации деятельности персонала и может меняться в зависимости от требований, определяемых текущей информацией. Лица, принимающие решения, должны иметь возможность управлять процессом обработки информации в ЭВМ, вызывать ту или иную информацию из памяти машины, управлять последовательностью тех или иных алгоритмов, формировать через ЭВМ необходимые команды. Наиболее рациональная организация совместной работы ЭВМ и персонала достигается, как показывает опыт, когда на машину переводятся менее важные, прежде всего подготовительные или вспомогательные задачи с целью освобождения людей для принятия более важных и нестандартных решений.

На высших уровнях управления автоматизированные средства должны быть рассчитаны на работу с обобщенной информацией, отвечающей смыслу задачи распределения ресурсов. На низших уровнях на обработку и на отображение должна поступать достаточно детальная информация. Улучшение качества детальной, а вследствие этого и обобщенной, информации путем автоматизации передачи (повышение точности, уменьшение запаздывания) необходимо для того, чтобы выделить и перевести в удобную форму все компоненты текущей информации, используемой для решения наиболее

трудной задачи – задачи прогнозирования. Эта задача, в частности такой ее элемент, как вскрытие замысла противника, для систем, работающих в условиях конфликта, требует наиболее полного и точного отображения текущей информации. Однако в силу специфики таких систем требуемое качество отображения не может быть достигнуто. Поэтому эффективность решения задачи прогнозирования будет в немалой степени определяться качеством априорной информации, зафиксированной в опыте и знаниях лиц, принимающих решения, и полученной в ходе специальной подготовки формирования навыков действий в определенных проблемных ситуациях.

Особенность решения задач на высших уровнях управления и заключается в том, что требуется, с одной стороны, специальная и психологическая подготовка лиц, принимающих решения и несущих высокую ответственность за их исход, а с другой – тщательное информационное обеспечение решений. Последнее требует учета всех инженерно-психологических рекомендаций по построению информационных моделей.

В процессах информационного обеспечения решений, т.е. подготовки и преобразования необходимой для принятия решений информации, можно выделить такие компоненты, как прием и обработка:

информации о внешней среде;

информации о состоянии системы управления, а также вспомогательной и служебной информации;

данных о ходе управляемого процесса (по распределению ресурсов).

По каждому типу информации персонал пункта управления осуществляет избирательное управление информационными потоками. Требования к организации управления потоками вытекают из характеристик решаемых задач и должны учитывать закономерности восприятия информации человеком. Управление информационными потоками на средствах отображения, отражая основное динамическое содержание информационной модели, должно основываться на оптимизации следующих характеристик информационной модели:

степени обобщения (детализации) информации, определяющей адекватность информационной картины (модели) реальной обстановке и задачам операторов;

объема информации, выводимой из устройства отображения или поступающей к операторам по другим каналам восприятия; распределения динамической и статической информации на устройствах отображения;

темпа обновления и времени хранения информации;

степени дублирования (перекрытия) информации, выводимой на различные устройства отображения или фиксируемой в другой модальности.

В общем должен быть достигнут наиболее целесообразный объем выведения текущей информации на средства отображения, зависящий от конкретных параметров решаемой задачи, а также от объема и качества априорной информации, которой располагают операторы. Другими словами, важно уметь практически использовать принцип согласования информационной и концептуальной моделей при максимально возможном облегчении условий деятельности операторов.

Высокая степень обобщения информации – интегральные информационные модели – обеспечивает минимальное время информационного поиска и минимальную загрузку зрительной системы и зрительной кратковременной памяти.

Объем информации, выводимой на устройства отображения, должен соответствовать реальным возможностям оператора по информационному поиску. Эти возможности достаточно велики, однако для конкретных устройств их следует определять экспериментально.

Выбор алфавита символов и способов кодирования должен осуществляться с учетом закономерностей процесса узнавания. Рекомендуется использовать сходство знака с кодируемым объектом, при этом каждому кодируемому признаку объекта должен по возможности соответствовать свой признак знака.

Необходимо учитывать различную значимость информации на устройствах отображения и различную ценность сведений, представленных разными модальностями. Обычно индикация статической информации производится на периферии поля зрения, а динамическая, наиболее ценная, сосредоточивается в центре. Аналогично выбирается и темп смены информации – наиболее важная информация должна обновляться чаще с учетом реальных параметров зрительного восприятия и памяти.



Оптимальная рабочая нагрузка оператора может быть достигнута путем изменения либо количества поступающей информации в единицу времени, либо режима обновления информации. Результаты экспериментального исследования, выполненного на материале формулярного способа отображения информации, показали, что при определении режима обновления информации нужно исходить из того, что максимальную точность решения задачи обеспечивает режим информационной недогрузки. Продуктивность работы при этом наименьшая в связи с большими затратами времени на решение задачи. Режим информационной перегрузки, напротив, обеспечивает максимальную продуктивность работы при низкой точности решения задачи. Очевидно, следует отдать предпочтение режиму смены информации, рассчитанному исходя из средней скорости работы оператора, при котором отмечается баланс между точностью решения задачи и продуктивностью работы и оба эти показателя находятся на достаточно высоком уровне.

Во многих системах значительное место занимают неавтоматизированные способы представления информации, различные формы регистрации процессов, протекающих на пунктах управления, а также вспомогательные средства информационного обеспечения решений — "библиотеки" типовых решений, расчетные таблицы, номограммы и т.п. Эти средства нельзя недооценивать.

На основании анализа конкретных информационных моделей ряда АСУ можно сформулировать некоторые рекомендации по улучшению условий деятельности персонала пунктов управления.

1. Для предотвращения сенсорной перегрузки операторов необходимо:

предоставлять информацию для решения как можно раньше;  
сократить до минимума потоки информации, отделив эпизодическую информацию;

обеспечить фильтрацию информации и оперативное управление режимами отображения в соответствии с возможностями и условиями деятельности операторов;

организовать адаптивную обратную связь для оперативного регулирования потоков информации.

2. Для предотвращения ослабления внимания операторов следует:

сократить до минимума время от запроса до воспроизведения информации и от начала формирования изображения до его окончания;

обеспечить достаточную интенсивность потока информации;  
повысить заметность информации;  
ограничить площадь размещения информации;  
обеспечить достаточную продолжительность индикации;  
использовать звуковую сигнализацию (особенно для аварийных и важных ситуаций).

3. Для минимизации нагрузки на память рекомендуется:  
по статической (долговременной) памяти — использовать коды, максимально ассоциирующиеся с жизненным опытом операторов, соблюдать возможность отождествления сигналов реальным объектам и процессам по легко дифференцируемым признакам, иметь на рабочем месте и в оперативном помещении специальные инструкции и справочные материалы;

по оперативной (кратковременной) памяти — организовать одномоментное восприятие информации, требуемой для реализации каждого отдельного шага решения, предусмотреть возможность фиксации этой информации.

Рациональность организации информационного обеспечения решения проявляется прежде всего в степени успешности решения основной задачи по распределению ресурсов. Некачественная информационная модель, искажения, запаздывание или отсутствие необходимой информации или переусложнение модели обуславливают и некачественное или несвоевременное решение задачи, ведут к некорректной оценке действительных потребностей в использовании ресурсов. В условиях некачественного информационного обеспечения все большая нагрузка приходится на интуицию и творческие способности человека, прежде всего на его способность предвидеть и учитывать маловероятные ситуации, а для систем, работающих в конфликте, — на способность к рефлексии, к воспроизведению интеллектуальной работы противника и принятию за него решения.

## Л и т е р а т у р а

1. П о с п е л о в Г.С. Ленинские принципы управления в эпоху научно-технической революции. — "Техническая эстетика", 1970, № 2.

2. Га а з е - Ра по пор т М.Г. Доклад на семинаре по большим информационным системам в МДНТП им.Дзержинского, апрель 1971 (в печати).
3. С а с к м а н Н. Experimental Analysis of Man-Computer Problem Solving. "Human Factors", 1970, v. 12, N 2.
4. Н о в и к И.Б. Роль кибернетических моделей в познании явлений жизни и психики. В сб.: Математическое моделирование жизненных процессов. М., "Мысль", 1968.
5. Р о з е н б л а т т Ф. Принципы нейродинамики. М., "Мир", 1965.
6. Э ш б и У. Конструкция мозга. М., Изд-во иностранной литературы, 1962.
7. М и л л е р Д., Г а л а н т е р Р., П р и б р а м К. Планы и структура поведения. М., "Прогресс", 1964.
8. Н е в б А. The organization of behaviour. N.Y., Wiley, 1959.
9. К а с а т к и н Л. Эвристические методы в исследовании сложных систем. В сб.: Математическое моделирование жизненных процессов. М., "Мысль", 1968.
10. П у ш к и н В. Эвристика - наука о творческом мышлении. М., Политиздат, 1967.
11. С л а в с к а я К. Мысль в действии. М., Политиздат, 1968.
12. П о с п е л о в Д., П у ш к и н В., С а д о в с к и й В. Эвристическое программирование и эвристика как наука. - "Вопросы философии", 1967, № 6.
13. Ф о г е л ь Л., О у э н с А., У о л ш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. М., "Мир", 1969.
14. А м о с о в Н. Моделирование мышления и психики. Киев, 1965; Моделирование процессов мышления. - "Кибернетика", 1968, № 2.
15. П у ш к и н В. Оперативное мышление в больших системах. М., "Энергия", 1965.
16. Т е п л о в Б. Ум полководца. В сб.: Проблемы индивидуальных различий. М., Изд-во АПН РСФСР, 1961.
17. Б у н г е М. Интуиция и наука. М., "Прогресс", 1967.
18. Я р о ш е в с к и й М.Г. Психология XX века. М., "Мысль", 1971.
19. М и к у л и н с к и й С.Р., Я р о ш е в с к и й М.Г. Психология творчества и науковедение. В кн.: Научное творчество. М., "Наука", 1969.
20. Инженерно-психологические требования к системам управления. М., 1967. (ВНИИТЭ); Эргономика: принципы и рекомендации, вып.1. М., 1970. (ВНИИТЭ).
21. З и н ч е н к о В. [и др.] Анализ деятельности человека-оператора. В сб.: Инженерная психология. М., Изд-во МГУ, 1964.
22. Ф о г е л ь Л. Интеллектуальные уровни решений. В сб.: Инженерная психология. М., "Прогресс", 1964.
23. S w e t v A. and oth. Decision processes in perception. - "Psychological Review", 1961, v. 68, N 5.
24. С о к о л о в Е. Статистическая модель наблюдателя. В сб.: Инженерная психология. М., Изд-во МГУ, 1964.
25. F o g e l L. Y. Human beings as computers. IRE Transactions on electronic computer. - 1957, VEC-6., N 3.
26. З и н ч е н к о В., В е р г и л е с Н. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1970.
27. A t h n e a v e F. Applications of information theory to psychology—a summary of basic concepts, methods and results. N.Y., 1959.
28. Л е о н т ь е в А., К р и н ч и к Е. Переработка информации человеком в ситуации выбора. В сб.: Инженерная психология. М., Изд-во МГУ, 1964.
29. Н и к о л а е в В. Основы теории контроля корабельных энергетических установок. Л., "Судостроение", 1965.
30. З и н ч е н к о В., М а й з е л ь Н., Ф а т к и н Л. Деятельность оператора в режиме информационного поиска. - "Вопросы психологии", 1965, № 2.
31. З и н ч е н к о В. Перцептивные и мнемические элементы творческой деятельности. - "Вопросы психологии", 1968, № 2.

32. З а р а к о в с к и й Г. Психологический анализ трудовой деятельности. М., "Наука", 1966.
33. Ш а н е в с к и й К. Информация и решение. Материалы к польско-советскому симпозиуму по проблемам комплексного развития науки. М., 1967. (АН СССР, АН ПНР).
34. П у ш к и н В.Н., П о с п е л о в Д.А., Е ф и м о в Е.И. Психологическая теория мышления и некоторые пути развития кибернетики. - "Вопросы психологии", 1971, № 2.
35. Военно-инженерная психология. М., Воениздат, 1971.
36. Ю д и н Д.Б. Выбор решений в сложных ситуациях. - "Известия АН СССР. Техническая кибернетика", 1970, № 2.
37. С м о л я н Г.Л. О процессах принятия решений в системах управления. - "Техническая эстетика", 1970, № II.

## Г л а в а II

### О ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

#### I. Определение и классификация задач

1) Будем называть задачей  $Z$  множество

$$Z = \{X, Y, \Pi, C\}, \quad (I)$$

где  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$  - подмножество целей (исходов), которые осуществляются решающей системой  $\Psi$ , характеризующейся подмножеством свойств

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  в среде  $\Sigma$ , которая описывается подмножеством свойств

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_k\};$$

$\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_r\}$  - подмножество операций над  $(\Psi)$ ,  $(\Sigma)$  или  $(\Psi, \Sigma)$ , при помощи которых достигается  $C$ .

Таким образом,  $X$  определяет характеристики действующей системы (организации),  $Y$  - условия ее функционирования,  $\Pi$  - ее поведение.

2) Строгим решением задачи будем называть определение одного из четырех подмножеств (I) при заданных трех либо доказательство того, что такого подмножества не существует, т.е. ни при каком четвертом подмножестве множество (I) не совместно.

3) Решаемой задачей (имеющей решение) называется такая, для которой множество (I) совместно.

4) Определенной задачей называется решаемая задача, в которой три подмножества (I) точно заданы.

Введем подмножества

$$\begin{aligned} \mathcal{X} &= \{x_1, x_2, \dots, x_{m_1}\}, \\ \lambda &= \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{k_1}\}, \\ \pi &= \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{l_1}\}, \\ \delta &= \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{n_1}\}, \end{aligned}$$

такие, что

$$\left. \begin{aligned} X \cap \mathcal{X} &= \rho_1 \neq \Phi, \\ Y \cap \lambda &= \rho_2 \neq \Phi, \\ \Pi \cap \pi &= \rho_3 \neq \Phi, \\ C \cap \delta &= \rho_4 \neq \Phi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

5) Недоопределенной задачей назовем множество

$$\zeta = \{x, \lambda, \pi, \delta\}. \quad (3)$$

Заметим:  $m_1 \neq m, k_1 \neq k, l_1 \neq l, n_1 \neq n$ , так что  $\mathcal{X}, \lambda, \pi, \delta$  отличаются от  $X, Y, \Pi, C$  отсутствием некоторых элементов (неполнота) и наличием других элементов (дезинформация). Часть подмножеств  $\mathcal{X}, \lambda, \pi, \delta$  гомеоморфны соответствующим подмножествам  $X, Y, \Pi, C$ .

Множества  $\rho_i$   $i = \overline{1, 4}$  будем называть ошибками описания подмножеств  $X, Y, \Pi, C$ .

6) Нестрого решить определенную задачу - значит при заданных любых трех подмножествах (I) найти  $i$ -ое четвертое с такой ошибкой  $\rho_i$ , чтобы

$$\mathcal{J}(\rho_i) \geq \mathcal{J}_0, \quad (4)$$

где  $\mathcal{J}$  - оператор;

$\mathcal{J}_0$  - число.

Очевидно, при строгом решении  $\rho_i = 0$ ;  $\mathcal{J}(0) \rightarrow \max$ . Если  $\mathcal{J}_0$  не задано, то нестрогим решением может быть построенное упорядоченного (по заданному признаку) множества отношений:

$$\mathcal{J}(\rho_i^{(1)}) \succ \mathcal{J}(\rho_i^{(2)}) \succ \dots \succ \mathcal{J}(\rho_i^{(L)}), \quad (5)$$

где  $\succ$  - знак упорядочения.

7) Нестрого решить недоопределенную задачу - значит при заданных любых трех подмножествах (3) найти  $i$ -ое четвертое, такое, чтобы

$$\mathcal{J}(\rho_j) \geq \mathcal{J}_* \quad (6)$$

или

$$\mathcal{J}(\rho_j^{(1)}) \succ \mathcal{J}(\rho_j^{(2)}) \succ \dots \succ \mathcal{J}(\rho_j^{(L)}) \quad (7)$$

Вывод из (2), (6): недоопределенная задача не может быть решена строго.

В дальнейшем мы будем интересоваться недоопределенными задачами, которые допускают только нестрогое решение.

Одним из способов нестрогого решения является принятие решения, т.е. волевое действие.

Введем классификацию недоопределенных задач.

1. Будем называть  $\mathcal{J}$  оператором эффективности; в некоторых случаях  $\mathcal{J}$  есть функционал.

2. Будем называть задачу информационной, если в множестве (3)  $\pi = \Pi = \Phi$  и заданы:

а)  $\lambda$ ;  $\mathcal{X} = X, C = Y$ ; требуется найти такое  $\delta$ , чтобы

$$\mathcal{J}(\delta \cap Y) = \mathcal{J}(\rho_2) = \mathcal{J}(\rho_4) \geq \mathcal{J}_*;$$

б)  $\mathcal{X}, \lambda = Y, C = X$ ; необходимо найти такое  $\delta$ , чтобы

$$\mathcal{J}(\delta \cap X) = \mathcal{J}(\rho_1) = \mathcal{J}(\rho_4) \geq \mathcal{J}_*;$$

в)  $\mathcal{X}, \lambda, C = C_1 \cup C_2$ , где  $C_1 = X, C_2 = Y$ ; требуется найти такое  $\delta = \delta_1 \cup \delta_2$ , чтобы

$$\mathcal{J}\{(\delta_1 \cap X), (\delta_2 \cap Y)\} = \mathcal{J}(\rho_1, \rho_2) = \mathcal{J}(\rho_4^{(1)}, \rho_4^{(2)}) \geq \mathcal{J}_* \\ \text{(здесь } \rho_4^{(1)} = \rho_1 = \delta_1 \cap X, \rho_4^{(2)} = \rho_2 = \delta_2 \cap Y);$$

г)  $\mathcal{X}, \lambda, \pi$ ; нужно найти такое  $\delta$ , чтобы

$\mathcal{J}(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4) \geq \mathcal{J}_*$ . Соответствующее решение назовем информационным. Принять информационное решение - значит ответить на вопрос: что истинно?

3. Будем называть задачу организационной, если в множестве (3) задано  $\lambda, \pi, \delta$ ; требуется найти такое  $\mathcal{X}$ , чтобы

$$\mathcal{J}(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4) \geq \mathcal{J}_*.$$

Соответствующее решение назовем организационным. Принять организационное решение – значит ответить на вопрос: каким быть (какой должна быть система, организация)?

4. Будем называть задачу оперативной, если в множестве (3) задано  $\mathcal{X}, \lambda, \mathcal{C}$ ; требуется найти такое  $\mathcal{X}$ , чтобы

$$f(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4) \geq 3^*.$$

Соответствующее решение назовем оперативным. Принять оперативное решение – значит ответить на вопрос: как действовать?

Других комбинаций нет и в этом смысле классификация полна.

Предлагаемая классификация может служить основой для выбора методов и аппарата решения информационных, организационных и оперативных задач.

## 2. Информационные задачи

Типичным примером информационной задачи является распознавание ситуации. С распознаванием ситуаций приходится сталкиваться в различных областях деятельности: при управлении техническим комплексом, при анализе химических и ядерных реакций, в медицинской диагностике, при анализе общественных отношений.

Интуитивно понятие "ситуация" ясно; она развивается во времени и имеет определенные последствия; распознать ситуацию – значит понять, что происходит, и узнать, что произойдет.

Ситуация включает состояние объекта или совокупности объектов в какой-то момент времени, процесс изменения состояния (процесс перехода) и результат этого процесса.

Под результатом процесса понимаются основные свойства или черты конечного состояния рассматриваемого объекта.

Процесс перехода может быть неоднозначным по той причине, что в нем участвуют внешние факторы. При отсутствии последних исходное состояние однозначно определяет результат.

Таким образом, распознать ситуацию – значит определить состояние, процесс перехода и результат на основании описания ситуации, т.е. данных о состоянии и о процессе. Включение процесса перехода в ситуацию оправдано тем, что распознавание требуется для осуществления влияния на исход, а влиять можно только на процесс перехода.

Предполагается, что состояние описывается характерными, примечательными признаками, позволяющими отделить его от пред-

шествующего процесса, а процесс перехода от состояния к результату существенно отличается от предшествующего процесса. Степень этого отличия определяет новизну ситуации, а следовательно, и ее значимость. Однако если принципиальных отличий нет, а состояние не содержит примечательных признаков, то нет и ситуации. В этом случае можно говорить лишь о распознавании процесса.

В понятие "устройство распознавания" можно вложить различное содержание: это может быть человек, вычислительная машина, то и другое вместе. Предположим, что оператор, наблюдающий за работой технической системы, обнаружил внезапное изменение некоторых параметров. Прежде чем принять решение, он должен понять:

что произошло в системе;

как будет протекать дальнейший процесс;

в какое состояние придет система и когда.

Это необходимо для того, чтобы целенаправленно воздействовать на систему и предотвратить нежелательный исход. Таким образом, распознавание ситуации является необходимым этапом управления.

В повседневной жизни и деятельности человека распознавание ситуации является одним из основных актов мышления.

Ситуация имеет некоторые отличительные свойства, вытекающие из ее природы:

1) причинность связи между результатом и состоянием (взаимнооднозначное соответствие между состоянием и результатом при отсутствии случайных факторов);

2) непрерывность процесса перехода от состояния к результату;

3) делимость результатов, наличие четкой границы между различными результатами.

Среди существующих областей исследования, относящихся к распознаванию ситуаций, наиболее близкими по методологии являются распознавание образов и экстраполяция, однако между ними имеются принципиальные различия.

Во-первых, образ статичен, а ситуация динамична: для нее характерно изменение факторов во времени и связанный с этим изменением результат. Это значит, что если по какой-то причине

меняется ход процесса, то изменится и ситуация. Экстраполяция обязательно связана с измерениями, в то время как распознавание ситуаций может производиться на основе количественно неизмеряемых признаков.

Во-вторых, распознавание ситуаций связано с предсказанием, чего в теории распознавания образов нет.

В-третьих, задача распознавания образов предполагает наличие конечного априорного алфавита, т.е. классификации образов. В распознавании ситуаций алфавит бесконечен, он может быть несчетным. Поэтому распознавание ситуаций требует принятия решения.

Задачи распознавания ситуаций не укладываются в теорию распознавания образов и теорию экстраполяции. Для их решения требуется специальная теория, а также развитие математического аппарата. Есть основания полагать, что адекватная теория может быть построена на основе топологии.

Основой формализации распознавания ситуаций является отображение пространства ситуаций (вообще, не метрического) в гильбертово пространство. Физическим фактором такого отображения является некоторое пространство сигналов, описывающее  $X, Y$  при помощи  $\mathcal{X}, \lambda$ .

Возможны различные варианты формализации решения, в частности:

- 1) введение в  $\zeta$  логической базы;
- 2) функциональное отображение  $\zeta$  в метрическое пространство;
- 3) самообучение.

Принцип логической базы состоит в формализации связей между подмножествами  $\zeta$  и составлении системы логических уравнений, решение которых и дает распознавание ситуаций. В этом случае элементы подмножеств рассматриваются как булевы переменные [1,2].

Самообучающееся устройство может быть построено на различной технической основе, в частности на основе перцептрона. Рецепторное поле перцептрона, на которое должны быть отображены подмножества  $\zeta$ , дискретно и конечно. Однако число элементов поля может быть достаточно большим, и это практически то же самое, что континуальное поле (следует иметь в виду, что подмножества  $\zeta$  могут быть континуальными).

### 3. Организационные задачи

Организационное решение состоит из определения структуры и распределения функций в предполагаемой организации. Вопросы описания структуры (в том числе в недоопределенных задачах) изложены в [3,4]; обоснование структуры сравнительно легко поддается формализации. Можно назвать три основные функции элементов структуры внутри организации: информационная, управления, воздействия на внешнюю среду.

Информационные функции связаны с добыванием, приемом, сбором, обработкой и передачей информации. К ним относятся получение данных об  $X, Y$ , обеспечение связи во всех звеньях, обобщение и подготовка данных для принятия решения путем отображения на индикаторах или вычерчивания графиков, социологический анализ и т.д. Преподавание (но не обучение!) тоже относится к информационным функциям.

Управление включает анализ и оценку обстановки, распознавание ситуаций, разработку вариантов решений, оптимизацию, принятие решения. В управление входят оценка  $\mathcal{J}$ , контроль за выполнением и согласование решений, относящихся к различным элементам  $\zeta$ .

Функция воздействия связана с активным влиянием на другие организации, объекты или любые элементы структуры.

Из названных трех основных функций можно компоновать другие сложные функции. Руководитель организации выполняет все три функции. Обучение предполагает объединение информационной функции и функции управления. Обычно один и тот же элемент структуры выполняет несколько основных функций, но не одновременно, а поочередно. Например, руководитель сначала обрабатывает информацию и излагает свое решение (информационная), затем организует сотрудников для выполнения решения (управление).

Каждый элемент структуры с точки зрения своих функций в организации рассматривается как единое целое. Постепенно расчленяя структуру организации, будем приходить все к меньшим и меньшим структурам, но никогда не приходим к элементу, который в принципе был бы пригоден к выполнению только одной функции, так что элементарная функция является абстракцией.

Изменение, в том числе и плановое, функций элементов может иногда привести к изменению структуры, что нежелательно. Одним

из важных свойств каждой организации является устойчивость ее структуры при изменении распределения функций. Можно, например, путем разделения функций между несколькими элементами получить жесткую, устойчивую структуру или наоборот: комплексировав функции, достигнуть большой гибкости. Создавая организацию, необходимо решить, что лучше.

Организация — это нечто цельное, единое, в определенной степени самостоятельное. Структура и распределение функций находятся в диалектической связи и диалектическом противоречии; их взаимное влияние заставляет жить организацию своей жизнью, подчиненной определенным законам. Для того, чтобы организация была эффективной в течение длительного времени, необходимо включить в ее состав такие элементы и структурные связи, которые обеспечат требуемое качество, надлежащую жизнедеятельность и эволюцию. Во внешних свойствах организации много общего со свойствами человека. Речь идет о способности приспосабливаться к внешним условиям, проявлять устойчивость поведения, целенаправленность, целеустремленность и даже эмоциональность. Не подлежит сомнению и тот факт, что каждая организация обладает психологией, выражением которой является характер.

Рассмотрим на абстрактной модели, построенной из автоматов, некоторые вопросы взаимодействия организации с внешней средой. Функции автоматов будем считать элементарными. Наиболее острой формой взаимодействия является конфликт. Предположим, что распределение функций между автоматами задано, необходимо выяснить влияние структуры на деятельность организации. Пусть имеется некоторое (достаточно большое) количество автоматов, каждый из которых может выполнять одну из следующих функций: производственную, информационную, управления. Совмещение функций в данном случае исключается.

Предположим, что автоматическая "организация" предназначена для сельскохозяйственных работ. Участки, подлежащие обработке, занимают небольшую часть общей площади и распределены в случайном порядке. Общий ресурс автоматов ограничен. Допустим, что есть только "производственные" автоматы. Наткнувшись на участок, каждый автомат приступит к его обработке с заданной скоростью, а после обработки всего участка продолжит случайный поиск. Общий ресурс будет полностью израсходован на "производственные" автоматы, однако их работа будет неупорядочена. При

наличии "информационных" и "управляющих" автоматов можно сначала определить положение рабочих участков ("информационные" автоматы продвигаются с большей скоростью, нежели "производственные"), при помощи "информационных" сообщить это "управляющим", распределить "производственные" автоматы пропорционально рабочим площадям, направить их туда по кратчайшему пути через "информационные" автоматы. Возможно, что при этом работа будет выполнена в более короткий срок, несмотря на то, что число "производственных" автоматов будет меньше, так как часть ресурса израсходована на другие функции.

Оптимум будет зависеть от ресурса, распределения рабочих участков на территории, скорости движения автоматов с различными функциями и т.д.

На рис. I показана зависимость эффективности организации (под эффективностью понимается относительная величина обработанной площади в единицу времени) от распределения функций между разными автоматами при некоторых численных значениях скорости движения, передачи сообщений, обработки участков и данных для принятия решений.

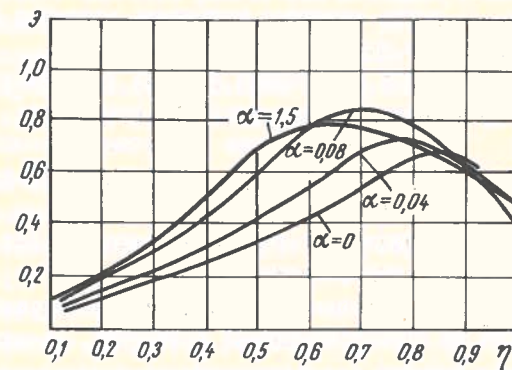


Рис. 1. Зависимость эффективности организации от распределения функций в структуре ( $\gamma$  и  $\alpha$  — относительное число, соответственно, "производственных" и "управляющих" автоматов)

Глобальный максимум получится при следующих относительных числах автоматов: "производственных" — 0,7; "информационных" — 0,22; "управляющих" — 0,08. Моделирование более сложных ситуаций может иметь практическое значение для принятия организационных решений.

#### 4. Оперативные задачи

Перейдем к оперативным решениям. Чтобы выработать оперативное решение, необходимо иметь информацию о ситуации и сформулированную цель. Если цель задана, то предполагается, что имеется достаточный простор для инициативы.

Иногда оперативное решение связано с противоположностью интересов, т.е. с конфликтом. Решение в конфликтной ситуации требует рефлексивного управления<sup>\*</sup>.

Процесс решения оперативных задач предполагает направленное изменение переменных (элементов заданных множеств, составляющих схему задачи) с учетом ограничений. При этом применяются следующие методы решения [5].

1. Метод преобразований. Задача преобразуется в другую, более легкую и доступную. Путем последовательных преобразований и решения частных задач приходят к решению основной. При этом используется такая последовательность действий:

представление задачи в естественном языке, в терминах, которыми оперирует решающая система, т.е. формальное описание задачи;

выбор основных признаков описания задачи, на базе которых будет выработываться решение;

выбор некоторого способа воздействия на признаки (из числа допустимых) с целью их изменения;

сокращение набора допустимых способов воздействия на основании результатов предыдущего преобразования; сужение области поиска решения;

составление нового описания задачи, более простого и доступного для решения.

Этот процесс повторяется многократно. Число шагов зависит от сложности задачи и от того, насколько удачными были преобразования, особенно выбор способа воздействия на признаки. Время решения определяется числом шагов и быстродействием решающей системы - ЭВМ или человека. Основным приемом метода преобразований служит вариация способа действий в предположении, что описание задачи позволяет правильно, т.е. с легко

<sup>\*</sup> См. главу У настоящего сборника.

устраняемыми ошибками, оценить ситуацию - выбрать ее основные признаки.

2. Метод выделения признаков. Формируется несколько вариантов выделения тех признаков (параметров и переменных), которые предполагаются наиболее существенными. Вся совокупность признаков содержится в исходной информации о ситуации, поэтому выбор основных из них означает одновременно отделение истинных данных от ложных и упрощение описания. Формализация отбора признаков состоит в фильтрации исходных данных и в выборе логических правил, на основании которых устанавливается приоритет. Последовательность решения в принципе мало отличается от предыдущей. Главный прием в этом методе - вариация в оценке ситуации в предположении, что набор возможных способов действий определен достаточно хорошо и легче поддается уточнению.

3. Метод декомпозиции. Задача разбивается на подзадачи, причем каждая из них должна быть проще основной. Подзадачи взаимосвязаны и должны решаться одновременно. Отправным пунктом является р а з у к р у п н е н и е исходной задачи. Первоначальная декомпозиция и координация решения подзадач осуществляется решающей системой более высокого ранга. Для подзадач, в свою очередь, может быть применен метод декомпозиции, в результате чего организуется иерархическая структура управления решением, характеризующаяся следующей последовательностью действий:

описание задачи на языке, которым оперирует решающая система;

разделение задачи на подзадачи (декомпозиция) в соответствии с целевой установкой;

определение основных признаков подзадач и их согласование;

решение подзадач;

уточнение исходной задачи.

Процесс повторяется до получения решения.

Не следует переоценивать этот метод, так как сложные, много-связанные задачи плохо поддаются декомпозиции.

4. Метод обращения задачи. Строится гипотеза о возможном (желательном) результате решения, и ищется путь к этому результату. Если пути не оказывается, гипотеза считается ошибочной и поиск повторяется. Этот метод наиболее индуктивен по постановке, и его формализация связана с наибольшими трудностями. Центральный пункт метода - предопределение результата, оп-



ределяемого целью, ситуациями и ограничениями. Логика решения основана на иерархической классификации желаемых результатов; первоначальный поиск организуется, исходя из ситуации.

Обращение задачи может быть основано на свойствах ее цели. Поскольку последняя определяется составом и значимостью признаков ситуации, то их количественный учет может служить исходным моментом для выбора желаемого результата. Сужение области поиска основано на уточнении признаков задачи, полученного в результате обращения. Последовательность действий следующая:

- описание задачи;
- обращение задачи;
- определение признаков и преобразований, необходимых для получения решаемого результата;
- установление соответствий необходимых признаков действительным и преобразований заданным ограничениям;
- уточнение описания задачи.

5. Метод аналогий. Синтезируется сходная задача, решение которой известно или может быть получено. Определяется существо различия между исходной и синтезированной задачей и строится преобразование, уменьшающее различие между ними.

Применительно к оперативным задачам последовательность действий такова:

- описание задачи;
- установление сходства и различия с аналогичной задачей, хранящейся в памяти решающей системы;
- синтез новой, более простой задачи, обладающей максимальным сходством с исходной;
- решение новой задачи, анализ результатов решения;
- составление нового описания исходной задачи, учитывающего результаты решения.

Есть основания полагать, что нет непреодолимых трудностей в формализации перечисленных методов. По всей вероятности, реальна и формальная оценка того, какой метод является наиболее перспективным для решения каждой конкретной оперативной задачи.

Иногда математическая постановка задачи носит вероятностный характер. Это означает, что решение (если его удастся получить) будет в каком-то смысле наилучшим в среднем. Характер-

ными формами статистической постановки являются минимаксная, минимума среднего и допустимого риска.

Предполагается, что эти методы решения существуют, что мы располагаем необходимыми данными для их реализации и процесс решения идет достаточно быстро. На самом деле подобное предположение далеко не всегда оправдано. Исходные данные чаще всего отсутствуют. Статистическая постановка вполне уместна, когда речь идет об общих рекомендациях, относящихся к действиям массового характера. Но статистические рекомендации теряют смысл в редких ситуациях.

Формализацию можно строить на основе наблюдений за тем, как люди решают задачи и что есть общего в человеческом подходе к самым различным проблемам. Разрабатываются машинные программы решения задач, в том числе выбора поведения (эвристическое программирование). Для эвристических программ не существует последовательных правил математических действий (рекурсивного алгоритма), результат не может быть вычислен, а находится путем направленного случайного поиска.

Для составления эвристических программ обычно применяют следующие приемы. Делаются подробные протокольные записи процесса решения задачи человеком. На основании полученных данных разрабатывается комплекс операций по переработке информации, достаточной для описания всей последовательности преобразований и изменений, осуществляемых человеком. Это и будет программой, которая закладывается в ЭВМ. По характеру действий ЭВМ определяется правильность полученной программы. Кроме того, в программу вводятся система автоматических и неавтоматических "поощрений" и "взысканий": определенные элементы программы стимулируются в случае удачного решения серии задач и наоборот, ослабляются при неудачном результате. Это обеспечивает "способность" программы к обучению и самообучению. Далее осуществляется решение ряда задач, предпочтительно соревновательного характера, причем ЭВМ может соревноваться с человеком или с другой ЭВМ, действующей по такой же или иной программе. Совершенствование будет обобщены, а анализ процесса и результатов соревнования приводит к новым идеям относительно содержания эвристической программы или деятельности человека.

Реализуемая программа чрезмерно проста для практических задач. И тем не менее результаты и действия эвристических программ нельзя считать тривиальными.

Основной недостаток эвристических программ состоит в том, что они способны вырабатывать решения только на основании предшествующего опыта. Все известные эвристические программы не учитывают эмоциональных факторов человеческого поведения, которое, безусловно, играет немалую роль в творческом процессе.

Несмотря на ограниченность и несовершенство эвристических программ, можно сделать важный вывод о том, что теоретическое состояние вопроса и уровень вычислительной техники позволяют начать разработку эвристических методов решения оперативных задач.

Простейшим, хорошо известным примером, которым удобно иллюстрировать чисто эвристическую программу, является программа для игры в "монетку" [6]. Два партнера показывают монету. Если стороны одинаковы - выигрывает один, если разные - другой. Игра психологическая, требующая анализа стратегии противника и выработки своей стратегии. Машина в процессе игры пользуется накопленными данными для определения психологической тенденции партнера. Этой игрой занимался К.Шеннон, который показал, что иногда простая, но оперативная программа обыгрывает сложную и "хитрую".

Эта простая машинная игра была видоизменена и усложнена с тем, чтобы вскрыть новые факторы. Поскольку психологический аспект является единственным и решающим, возникло естественное желание его усилить, в частности, ввести "активную" и "пассивную" стратегии для каждого партнера. Цена игры была изменена следующим образом: если оба игрока показали герб, первый партнер выигрывает 2 очка, если цифры - первый партнер выигрывает 1 очко. В сочетании герб - цифра второй выигрывает 2 очка, в сочетании цифра - герб - 1 очко. Таким образом, для первого партнера активной стратегией является герб (предъявляя герб, он может выиграть 2 очка, но и проиграть может 2), а для второго - цифра. Такая игра была исследована в вариантах: человек - человек, человек - машина и машина - машина для двух эвристических программ - с долговременной и кратковременной памятью, т.е. в "хитром" и "быстром" вариантах. Игра человек - человек протекает с азартом, обе стороны проявляют упорство, изобретательность, и обычно дело не кончается ничьей. Заметно проявляются личные качества и темперамент партнеров. Некоторые опытные игроки пытаются "уйти от психологии", чрезмерно настой-

чиво применяют одну и ту же стратегию - активную или пассивную - и чаще всего проигрывают. Большую роль играет опыт: наличие 2-3-часового "стажа" позволяет обыгрывать новичков со счетом 70:30. Затем преимущество теряется и переходит к другой стороне. Игра утомительна и требует напряжения. Характерно, что при одновременной игре в шахматы и в "монетку" заметно ослабляется бдительность. Вероятно, дело не столько в умственном напряжении (при одновременной игре на двух досках у того же шахматиста напряжение больше, но играет он лучше), сколько в азарте, либо в каком-то неизвестном факторе. Для иллюстрации на рис. 2а приведено течение игры между двумя тренированными партнерами. В соревновании с машинной программой человек, не знающий программы, вначале проигрывает со счетом 55:45. После изучения программы с долговременной памятью человек выигрывает со счетом 80:20, а при кратковременной памяти - даже 85:15. Человек быстро оценивает время, в течение которого машина накапливает информацию

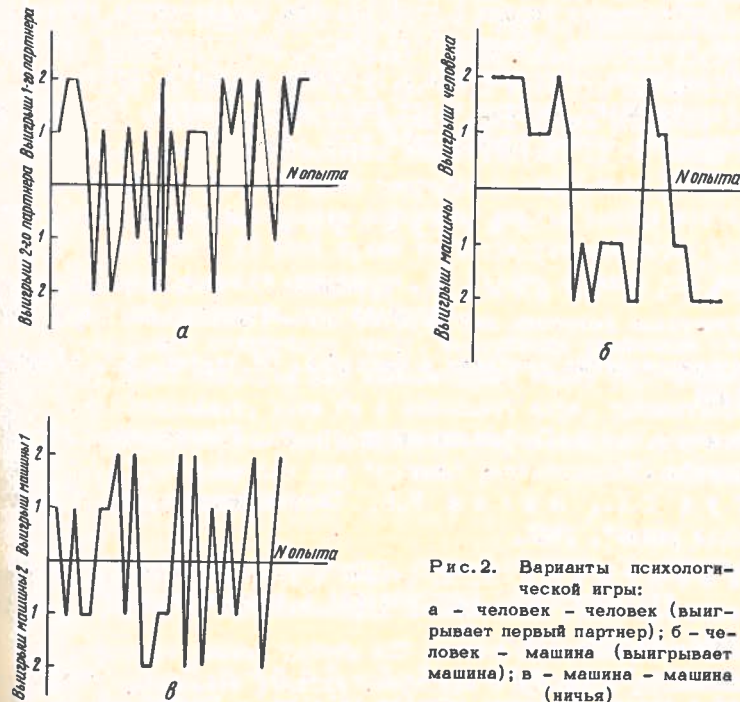


Рис. 2. Варианты психологической игры:  
 а - человек - человек (выигрывает первый партнер); б - человек - машина (выигрывает машина); в - машина - машина (ничья)

для изменения стратегии, учитывает его и, маневрируя своими стратегиями, добивается подавляющего преимущества. Если машина применяет полностью случайный выбор стратегии и не реагирует на партнера (например, на основании таблицы случайных чисел: при нечетной последней цифре - герб, при четной или нуле - цифра), выигрыш найти нетрудно. Достаточно все время использовать стратегию нападения. Но не все операторы одинаково быстро ориентируются: адаптация требует от 5 до 20 игр. Разгадать программу машины на основании результатов игры удается очень немногим. Типичное соревнование человек - машина показано на рис. 26. Игра машина - машина (рис. 2в) при одинаковых программах идет с переменным успехом при ничейном конечном результате. При различных программах преимущество кратковременной памяти проявляется довольно сильно.

Приведенные примеры в какой-то мере иллюстрируют возможность формализации недоопределенных задач.

Практические успехи в этой области определяются интенсивностью накопления общественного опыта. Представляются полезными детализация классификации и развитие аппарата прежде всего для сравнительно простых задач небольшого размера. По-видимому, формализация должна пройти свой путь эволюции.

#### Л и т е р а т у р а

1. P e t e r L., H a m m e r (Ivanescu). "Boolean methods in Operation Research and Related Areas". Berlin-New York, 1961.
2. Математические проблемы в биологии. Сб. статей. М., "Мир", 1966.
3. Б и р к г о ф Г. Теория структур. М., "Иностранная литература", 1952.
4. Г у д Г.Х., М а к о л Р.Э. Системотехника. М., "Советское радио", 1962.
5. M e s a r o v i c M. D. Toward a formal theory of problem solving. Symp. on Computer Argumentation of Human Reasoning. Wash.-London, 1965.
6. N e w e l A., S h a w T. C., S i m o n H. A. Elements of a theory of human problem solving. - Psychological Review, 1958, N 3.

#### Г л а в а Ш

##### ЛОГИКО-ОПЕРАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Существует немало попыток представить процесс принятия решения как некоторую совокупность логических схем (алгоритмов), состоящих из операторов и логических условий. Алгоритмическая запись процесса основана на предположении о том, что процесс принятия решения может быть представлен как последовательность некоторых элементарных оперативных единиц переработки информации. Несмотря на компактность и удобство описания мыслительной деятельности в алгоритмической форме, этот прием обладает по крайней мере двумя существенными недостатками: 1) не везде можно четко выделить элементарные операции и определить условия, от которых зависит выполнение действия; иногда вообще нельзя построить алгоритм; 2) этот прием регистрирует некоторые формы проявления деятельности оператора, но ничего не дает для вскрытия внутренней структуры деятельности.

Тем не менее количество работ, содержащих различные описания элементарных операций или элементарных задач управления, растет. Это позволяет, хотя бы в небольшой мере, удовлетворить важные практические запросы и получить определенные количественные оценки, пригодные как для "прямых" рекомендаций, так и для различного типа моделей.

##### I. Элементарные составляющие процессов принятия решения и их временные и надежностные характеристики

Для каждого режима работы АСУ должны быть выявлены задачи, требующие постоянного участия оператора в процессе управления, и задачи, которые он выполняет эпизодически.

Для этих задач составляется алгоритм деятельности человека-оператора, который может быть записан либо на основании предыдущего опыта проектирования комплексов с подобной степенью автоматизации, либо на основании инструкции по эксплуатации данного комплекса. Необходимо последовательно изложить все действия оператора и их порядок в зависимости от тех или иных условий. При этом дробление деятельности производится до отдельных оперативных единиц. По отношению к объекту управления такими единицами, являются, например, поворот тумблера или ключа для введения в автомат какой-либо команды, считывание показаний с прибора, восприятие или выдача речевой команды и т.п. Деятельность человека на ранних стадиях проектирования не всегда может быть разделена на отдельные оперативные единицы. В этом случае ее дробление производится до уровня функциональных единиц.

В общем случае функциональные единицы могут быть представлены в виде трех типов блоков: рабочих блоков, блоков диагностики и самоконтроля (рис.1). Анализ этих блоков показывает, что каждый из них выполняет ряд психофизиологических операций, которые и могут быть приняты за оперативные единицы (например,  $\beta^1, \beta^{11}, \beta^{12}, \dots, \Pi^{00}, \Pi^{11}, \dots, K^{00}, K^{11}, \dots$ ) [1].

Иногда, когда деятельность человека настолько проста, что рабочие блоки, блоки диагностики и самоконтроля состоят из какой-либо одной операции, функциональная единица совпадает с оперативной и тогда дальнейшего ее дробления не требуется.

В работе [2] изложенный выше подход конкретизируется и деятельность оператора описывается как структура, состоящая из отдельных укрупненных операций, каждой из которых соответствует определенный состав психофизиологических актов. Хотя такой подход, по существу, еще не раскрывает истинного логического или психологического содержания деятельности оператора, однако позволяет систематизировать количественные характеристики, приписываемые некоторыми авторами операциям, осуществляемым в процессе деятельности.

Состав операций и их психофизиологических актов приведен в табл. 1 и 2.

Ориентировочные временные и надежностные характеристики деятельности оператора, обобщенные на основе экспериментальных

данных различных авторов, приведены в табл.3. Эти характеристики могут быть использованы в тех случаях, когда более подробные данные отсутствуют.

В той же работе [2] сведены в таблицы временные параметры операций  $f_1, f_2, f_3$  для различных условий экспериментов и представлен обширный статистический материал. Аналогичная работа проведена и по моторным операциям. В то же время по операциям оценки информации и собственно принятия решения материал чрезвычайно скуден. Он охватывает:

- реакции простого положительного выбора;
- логические операции с цифрами (число операций 1-4);
- проверку логических условий при управлении и контроле (число условий 1-5);
- выполнение логических операций "И" и "ИЛИ";
- выполнение двух- и трехпольных силлогизмов;
- операции счета;
- запоминание информации, сохранение в кратковременной и долговременной памяти;
- воспроизведение на память показаний 1-12 приборов;
- установление очередности обслуживания нескольких заявок с учетом практических параметров.

Как видно из этого перечня, до получения характеристик процессов принятия решений, которые могли бы быть эффективно использованы в проектировании деятельности оператора, еще долгий путь.



Рис. 1. Представление деятельности оператора как цепочки функциональных блоков

## Характеристика безошибочной деятельности на уровне отдельных операций

Операции	Безошибочная деятельность	Ошибки в деятельности
I	2	3
<p>Принем сигнала (<math>\Gamma</math>)</p> <p>Безошибочная деятельность при этой операции заключается в том, что концептуальное значение сигнала соответствует фактическому. Ошибки в приеме сигнала вызваны тем, что концептуальное значение воспринятого сигнала не соответствует фактическому</p>	<p><math>\Gamma^{11}</math> - концептуальное значение воспринятого сигнала соответствует фактическому</p> <p><math>\Gamma^{00}</math> - сигнал отсутствует и воспринято именно это</p>	<p><math>\Gamma^{10}</math> - концептуальное значение воспринятого сигнала не соответствует фактическому</p> <p><math>\Gamma^{01}</math> - сигнал отсутствует, но ошибочно воспринято какое-то ложное значение сигнала</p>
<p>Оценка информации (<math>\mathcal{E}</math>)</p> <p>Безошибочная деятельность при этой операции заключается в том, что концептуальное значение сигнала отнесено к той же области, в какой находится фактическое значение сигнала, а ошибки вызваны тем, что концептуальное и фактическое значения сигнала отнесены к разным областям</p>	<p><math>\mathcal{E}^{11}</math> - фактическое значение сигнала находится вне заданной области и его концептуальное значение оценено так же, как находящееся вне этой области</p> <p><math>\mathcal{E}^{00}</math> - фактическое значение сигнала находится в допустимой области и концептуальное значение сигнала оценено так же, как находящееся в той же области</p>	<p><math>\mathcal{E}^{10}</math> - фактическое значение сигнала находится вне заданной области, а его концептуальное значение оценено как находящееся в заданной области</p> <p><math>\mathcal{E}^{01}</math> - фактическое значение сигнала находится в заданной области, а его концептуальное значение оценено как находящееся вне этой области</p>

Продолжение табл. I

I	2	3
<p>Принятие решения (<math>H</math>)</p> <p>Безошибочность деятельности при выполнении этой операции заключается в том, что принятое решение об управляющих воздействиях соответствует фактически необходимым действиям, а ошибки в выполнении операции вызваны тем, что принятое решение не соответствует фактически необходимым действиям</p>	<p><math>H^{11}</math> - имеется фактическая необходимость в управляющих воздействиях для достижения цели и в результате решения выбран частный алгоритм или способ действий, который приводит к достижению этой цели</p> <p><math>H^{00}</math> - для достижения цели необходимо отсутствие управляющих воздействий и в результате выполнения операции принято такое решение</p>	<p><math>H^{10}</math> - имеется фактическая необходимость в управляющих воздействиях для достижения цели, но в результате решения выбран частный алгоритм или способ действий, который не приводит к достижению цели</p> <p><math>H^{01}</math> - для достижения цели необходимо отсутствие управляющих воздействий, а в результате выполнения операции принято решение о необходимости управляющих воздействий; цель вследствие этого достигнута не будет</p>
<p>Исполнение решения (<math>\mathcal{L}</math>)</p> <p>Безошибочность деятельности при этой операции заключается в том, что фактические воздействия совпадают с требуемыми</p>	<p><math>\mathcal{L}^{11}</math> - управляющее воздействие неосходимо и осуществлено именно так, как это требуется фактически</p> <p><math>\mathcal{L}^{00}</math> - необходимость в управляющих воздействиях отсутствует и их фактически нет</p>	<p><math>\mathcal{L}^{10}</math> - управляющее воздействие необходимо, но оно или не осуществлено или осуществлено ослабленно; цель вследствие этого достигнута не будет</p> <p><math>\mathcal{L}^{01}</math> - необходимость в данном управляющем воздействии нет, но оно ошибочно осуществлено; цель вследствие этого достигнута не будет</p>

## Характеристика безошибочного и ошибочного выполнения отдельных психофизиологических актов

Операция	Этап	Вероятность безошибочного выполнения	Вероятность совершения ошибки
Прием сигнала ( $\Gamma_1$ )	2	$\begin{matrix} \text{II} \\ \text{I} \end{matrix}$ - источник сигнала есть и обнаружен именно он  $\begin{matrix} \text{OO} \\ \text{I} \end{matrix}$ - источника сигнала нет и обнаружено именно это	$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{I} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - источник сигнала есть, но ошибочно за него принят другой источник  $\begin{matrix} \text{OI} \\ \text{I} \end{matrix}$ - источника сигнала нет, но ошибочно за источник сигнала принят другой источник
	Восприятие сигнала ( $\Gamma_2$ )	$\begin{matrix} \text{II} \\ \text{2} \end{matrix}$ - фактически сигнал есть и воспринят он правильно (концептуальное значение сигнала равно фактическому)	$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{2} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - фактически сигнал есть, но воспринят он с ошибкой (концептуальное значение сигнала не равно фактическому)
Декодирование сигнала ( $\Gamma_3$ )	$\begin{matrix} \text{II} \\ \text{3} \end{matrix}$ - воспринятый сигнал декодирован правильно (концептуальное значение воспринятого сигнала и его декодированное значение эквивалентны)  $\begin{matrix} \text{OO} \\ \text{3} \end{matrix}$ - воспринятое отсутствует сигнала декодировано	$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{3} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - воспринятый сигнал декодирован неправильно (концептуальное значение воспринятого сигнала и его декодированное значение не эквивалентны)	$\begin{matrix} \text{OI} \\ \text{3} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - воспринятое отсутствует сигнала декодировано

Оценка информации ( $\mathcal{E}$ )	Выделение информативных признаков (параметров) в восприятии и декодированном сигнале ( $\mathcal{E}_1$ )	правильно (концептуальное значение сигнала и его декодированное значение эквивалентны)  $\begin{matrix} \text{II} \\ \text{I} \end{matrix}$ - информативный признак есть (декодированное значение фактически не принадлежит заданной области или области допустимых значений) и выявлен правильно  $\begin{matrix} \text{OO} \\ \text{I} \end{matrix}$ - информативного признака нет (декодированное значение принадлежит заданной области или области допустимых значений), что и воспринято	неправильно (концептуальное значение воспринятого сигнала и его декодированное значение не эквивалентны)  $\begin{matrix} \text{I} \\ \text{I} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - информативный признак есть (декодированное значение фактически не принадлежит заданной области или области допустимых значений), но выявлен другой, не соответствующий декодированному значению сигнала  $\begin{matrix} \text{OI} \\ \text{I} \end{matrix}$ - информативного признака нет (декодированное значение принадлежит заданной области или области допустимых значений), но ошибочно за информативный признак принят другой, не соответствующий декодированному значению сигнала
Извлечение из памяти алгоритма функционирования, т.е. заданных ограничений на значения параметров ( $\mathcal{E}_2$ )	$\begin{matrix} \text{II} \\ \text{2} \end{matrix}$ - ограничения на данный параметр заданы (область допустимых значений меньше универсального множества, соответствующего всем возможным значениям) и вспомнили их правильно (концептуальная область допустимых значений эквивалентна фактической)	$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{2} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - ограничения на данный параметр заданы (область допустимых значений меньше универсального множества, соответствующего всем возможным значениям), но вследствие ошибки при вспоминании области допустимых значений расширили (концептуальная область допустимых значений оказалась больше допустимой)	$\begin{matrix} \text{OI} \\ \text{2} \end{matrix}$ <sup>10</sup> - ограничения на данный параметр заданы (область допустимых значений меньше универсального множества, соответствующего всем возможным значениям), но вследствие ошибки при вспоминании области допустимых значений расширили (концептуальная область допустимых значений оказалась больше допустимой)

I	2	3	4
Оценка информации (E)		<p><math>\epsilon^{00}</math> - ограничения на данный параметр отсутствуют или слабы (область допустимых значений соответствует универсальному множеству, т.е. всем возможным значениям), и приняли это именно так (концептуальная область допустимых значений эквивалентна фактической)</p>	<p><math>\epsilon^{01}</math> - ограничения на данный параметр отсутствуют или слабы (область допустимых значений соответствует универсальному множеству, т.е. всем возможным значениям), но вследствие ошибок при воспоминании область допустимых значений оказалась меньше фактически допустимой</p>
Оценка сложившейся ситуации путем сравнения концептуального значения признака (параметра) с областью ограничения ( $E_3$ )		<p><math>\epsilon^{11}</math> - оценено, что параметр находится вне области допустимых значений, когда это действительно так</p>	<p><math>\epsilon^{10}</math> - ошибочно оценено, что параметр находится вне области допустимых значений, хотя в действительности он находится в этой области</p>
Принятие решения (H)	<p>Оценка сложившейся ситуации, которую необходимо решить в сложившейся ситуации (<math>H_1</math>)</p>	<p><math>\epsilon^{00}</math> - оценено, что параметр находится вне области допустимых значений, когда это действительно так</p>	<p><math>\epsilon^{01}</math> - ошибочно оценено, что параметр находится в области допустимых значений, хотя в действительности он находится вне этой области</p>
Принятие решения (H)		<p><math>\epsilon^{11}</math> - есть необходимость формулировать задачу и она формулирована правильно, но</p>	<p><math>\epsilon^{10}</math> - есть необходимость формулировать задачу, но ввиду ошибки она сформулирована неправильно, т.е. поставлена не та цель, которую надо достигнуть</p>

	<p><math>\gamma^{00}</math> - нет необходимости формулировать задачу и она не формулируется</p>	<p><math>\gamma^{01}</math> - нет необходимости формулировать задачу, но она сформулирована и, следовательно, совершена ошибка</p>
Извлечение из памяти отрезков, при которых должна решаться задача ( $H_2$ )	<p><math>\gamma^{11}</math> - ограничения, при которых должна решаться задача, есть (область допустимых решений меньше универсального множества, т.е. всех возможных решений), и вспомнили их правильно (концептуальная область допустимых решений эквивалентна фактической)</p>	<p><math>\gamma^{10}</math> - ограничения, при которых должна решаться задача, есть (область допустимых решений меньше универсального множества, т.е. всех возможных решений), но вследствие ошибки при воспоминании область допустимых значений расширилась (концептуальная область допустимых решений оказалась больше допустимой)</p>
	<p><math>\gamma^{00}</math> - ограничения, при которых должна решаться задача, отсутствуют или слабы (область допустимых решений соответствует универсальному множеству, т.е. всем возможным решениям), и приняли это именно так (концептуальная область допустимых решений эквивалентна фактической)</p>	<p><math>\gamma^{01}</math> - ограничения, при которых должна решаться задача, отсутствуют или слабы (область допустимых решений соответствует универсальному множеству, т.е. всем возможным решениям), но вследствие ошибки область допустимых решений оказалась меньше фактически допустимой</p>
Выбор последовательности действий или частного алгоритма из числа известных ( $H_3$ )	<p><math>\gamma^{11}</math> - частный алгоритм для решения задачи есть и выбран правильно (необходимость выполнения решения есть и это оценено так)</p>	<p><math>\gamma^{10}</math> - частный алгоритм для решения задачи есть, но ошибочно выбран другой, не подходящий к цели (необходимость выполнения решения есть, но ошибочно оценено, что в этом нет необходимости)</p>

Продолжение табл. 2

I	2	3	4
		$\gamma^0$ - частного алгоритма для решения задачи нет и это так и оценено (необходимость в исполнении решения нет и это оценено так) $\gamma^3$ - частного алгоритма для решения задачи нет, но ошибочно принят другой алгоритм (необходимость в исполнении решения нет, но ошибочно оценено, что в этом есть необходимость)	$\gamma^0$ - средство воздействия для решения задачи нет, но ошибочно принят другой алгоритм (необходимость в исполнении решения нет, но ошибочно оценено, что в этом есть необходимость)
Исполнение решения ( $\Omega$ )	Выбор средства воздействия ( $\Omega_1$ )	$\omega^1$ - средство воздействия есть и выбрано правильно	$\omega^1$ - средство воздействия есть, но вследствие ошибки не найден
	Подготовка средства воздействия ( $\Omega_2$ )	$\omega^0$ - необходимости в средствах воздействия нет и это оценено так $\omega^2$ - в данном средстве воздействия есть необходимость и оно подготовлено правильно	$\omega^1$ - необходимости в средствах воздействия нет, но ошибочно признана необходимость их использования $\omega^2$ - в данном средстве воздействия есть необходимость, но оно вследствие ошибки подготовлено неправильно или не подготовлено вообще
	Использование средства воздействия ( $\Omega_3$ )	$\omega^0$ - в данном средстве воздействия нет необходимости и оно не готовилось $\omega^3$ - использовано выбранное средство воздействия	$\omega^1$ - в данном средстве воздействия нет необходимости, но ошибочно оно подготовлено $\omega^3$ - выбранное средство воздействия использовано
		$\omega^0$ - при отсутствии необходимости в использовании средства воздействия ошибочно осуществлено воздействие	$\omega^1$ - при отсутствии необходимости в использовании данного средства воздействия оно фактически не использовалось

Т а б л и ц а 3

Обобщенные временные и надежные характеристики деятельности оператора

Операция	Характеристика сложности пульты	Количество приборов	M(T)	б(T)	$P_b$
Поиск ( $\Gamma_1$ ), восприятие ( $\Gamma_2$ ) и декодирование ( $\Gamma_3$ ) информации $T = T(\Gamma_1) + T(\Gamma_2) + T(\Gamma_3)$	Малая Средняя Высокая	1-7 5-15 10-30	0,6 - 3,5 2,5 - 7,0 5,0 - 15,0	0,2 - 1,2 0,8 - 2,3 1,7 - 5,0	0,995 0,99 0,95
Принятие решения $T = T(E)$	Общее количество логических условий	1-2 3-4 5 и более	4,5 - 6,5 5,5 - 20,0 15,0 - 35	1,5 - 2,15 1,7 - 7,0 5,0 - 10,0	0,995 0,95 0,9
Принятие решения (на одно исполнительное воздействие) $T = T(\Omega)$	Общее количество органов управления	1-10 7-20 15-60	1,5 - 4,0 3,0 - 7,0 5,0 - 10,0	0,5 - 1,3 1,0 - 2,3 1,7 - 3,3	0,995 0,97 0,92

Условные обозначения:

 $M(T)$  - математическое ожидание времени выполнения операций, сек; $б(T)$  - среднеквадратическое отклонение времени выполнения операций, сек; $P_b$  - вероятность безошибочного выполнения операций.

Примечание. Деление пульты управления на три степени сложности не означает, что при проектировании системы "человек - машина" надо учитывать только характеристики сложности одного типа. Например, проектируемый пульт может быть малой сложности по количеству приборов, средней сложности по количеству логических условий, сложный по количеству органов управления. Возможны и другие сочетания.



Способ определения времени, необходимого на решение задач (и на отдельные составляющие процесса решения), предложен В.И. Николаевым [3] и Е.Ф. Ульянченко [4].

Условно разделив деятельность оператора корабельной энергетической установки на три этапа ( $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ ), В.И. Николаев обосновал зависимость затрат времени на решение задач от количества информации. Выделив в процессе решения получение информации о сигнале  $I(y, \dot{y}) = H(\dot{y})$ , запрос памяти о его значении и определение по ответу сообщения, которое несет сигнал  $I(y, \dot{x}) = H(x) - H(y/\dot{x})$ , а также этап собственно принятия решения, связанный с извлечением из памяти некоторой дополнительной информации  $I_g$ , и учитывая информацию выбора из некоторого множества выходных сообщений  $I(z', \dot{z}')$ , он определил, что

$$\tau_2 = \psi_{y, \dot{y}} I(y, \dot{y}) + \psi_{xy} I(y, \dot{x}) + \psi_g I_g + \psi_{z', \dot{z}'} I(z', \dot{z}'),$$

где  $\psi_{ij}$  — соответствующие масштабные коэффициенты.

Е.Ф. Ульянченко отмечает, что задачи, решаемые оператором, обычно достаточно сложны и что время, которое потребуется на их выполнение, не может быть получено простым суммированием времени, затраченным на решение определенных стандартных (типовых) задач. К тому же при разработке систем управления важно знать хотя бы приблизительно время, необходимое на решение некоторых задач управления. Часто при анализе эффективности системы нужно знать закон распределения времени решения. Возникает, таким образом, задача прогнозирования времени работы оператора, носящего случайный характер.

Многообразие задач, встречающихся в практике, варианты их решения и условия работы делают путь экспериментального определения времени громоздким и малоэффективным. Способ деления сложных задач на более простые (элементарные), отмечает Е.Ф. Ульянченко, обосновать совсем не просто, так как само понятие "простые" довольно относительное. Способ решения простых задач в составе сложной претерпевает значительные изменения, часть задач вообще может не рассматриваться, другие решаются по упрощенному алгоритму. Главный недостаток этого способа состоит в том, что он не учитывает внутренней структуры задачи, алгоритма решения, а также внешних факторов, определяющих продолжительность ее решения. Все это говорит о необходимости построить

приближенную модель деятельности оператора, удовлетворяющую по крайней мере двум требованиям:

быть достаточно простой и пригодной для практического использования;

достаточно точно описывать динамику работы оператора с точки зрения временных соотношений.

Процесс решения оператором задачи может быть условно разделен на следующие этапы:

- поиск и восприятие информации<sup>\*</sup>;
- переработка информации и выбор решения;
- передача команды в ЭВМ;
- контроль выполнения команды.

На каждом этапе оператор выполняет совокупность гностических движений и действий в определенной последовательности, которая определяется характером задачи и способом ее решения. К этим движениям и действиям относятся поисковые и установочные движения глаз, процессы восприятия информации и ее переработки, ответные речевые и моторные действия. Относительная доля указанных действий на каждом этапе различна.

На этапе переработки информации оператор затрачивает время

$$t_n = t_g + t_p. \quad (1)$$

Составляющая  $t_g$  (время декодирования) определяется средней энтропией группы характеристик  $H(x)$ . В общем случае взаимозависимых градаций двух отдельных характеристик энтропия системы  $XU$  определяется из выражения

$$H(XU) = H(X) + H(U/X).$$

Это выражение можно записать в виде

$$H(U/X) = \|P(x_i)\| \cdot \|\log P(x_i)\| + P(x_i) \|H_0(y_j/x_i)\| \|1\|, \quad (2)$$

где  $\|P(x_i)\|$  — вектор-строка с элементами  $P(x_i)$ ;  
 $\|\log P(x_i)\|$  — вектор-столбец с элементами  $\log P(x_i)$ ;  
 $\|H_0(y_j/x_i)\|$  — матрица с элементами  $P(y_j/x_i) \log P(y_j/x_i)$ ;  
 $\|1\|$  — вектор-столбец с элементами 1.

\* Временные характеристики поиска и восприятия информации определены экспериментально во многих работах (см. главу IV) и здесь не обсуждаются.

Выражение (2) может быть последовательно распространено на случай  $q$  взаимозависимых характеристик, если под  $P(x_i)$  понимать  $P(x_i, y_i, \dots, z_q)$ .

Составляющая  $t_p$  в выражении (1) зависит от сложности выбора решения из множества возможных решений. Сложность выбора определяется энтропией множества решений  $W$  относительно множества возможных состояний управляемого объекта, описываемых характеристиками  $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Таким образом, время, затрачиваемое оператором на этапе переработки информации, определяется из выражения

$$t_n = k[H(x_1, x_2, \dots, x_n) + H(W/X)]. \quad (3)$$

Если по каждому состоянию объекта управления, описываемому характеристиками  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , имеется однозначное решение, второе слагаемое в выражении (3) равно нулю.

На этапе передачи команды в машину производятся следующие действия:

- перекодирование команды в машинный код;
- поиск органа управления;
- осуществление управляющего воздействия (нажатие кнопок на пульте, поворот рычага и т.д.)<sup>‡</sup>.

Перекодирование относится к процессам переработки информации. Время, затрачиваемое на него, пропорционально количеству перерабатываемой информации.

Полное время ( $t_{пк}$ ), затрачиваемое на этом этапе, определяется из выражения

$$t_{пк} = t'_n + t''_n + t_b. \quad (4)$$

На этапе проверки правильности ввода команды оператор осуществляет следующие действия:

- перемещает взор от органов управления к устройству индикации команды;
- воспринимает значения проверяемой характеристики;
- сравнивает значения характеристики с заданным.

<sup>‡</sup> Время непосредственного осуществления воздействия определяется в основном конструкцией органов управления и может быть установлено практически.

Время перемещения взора ( $t_{пб}$ ) определяется в зависимости от угла между направлениями взора на орган управления и устройство индикации. Время восприятия также можно определить экспериментально для конкретных условий при выбранном способе индикации. Время сравнения значений характеристик с заданным  $t_{сп}$  определяется из выражения

$$t_{сп} = -k P_\delta \log \frac{P_\delta}{(1-P_\delta)^{1-1/P_\delta}}, \quad (5)$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности, равный времени переработки 1 бита информации, сек/бит;

$P_\delta$  - вероятность безошибочной работы оператора и машины при вводе команды.

Используя указанную структуру действий оператора, Е.Ф.Ульянченко строит алгоритм решения задачи и моделирует его на ЭВМ; оператор при этом представляется одноканальной системой массового обслуживания. Собственно алгоритм решения охватывает процессы "преобразования алфавита характеристик", содержание которых не раскрывается. На основе результатов моделирования сделан вывод о том, что время решения сложной задачи оператором подчиняется усеченному нормальному закону.

## 2. Анализ элементарных операций и проблема распределения функций

В настоящее время не существует обоснованной и полной классификации задач, выполняемых оператором в системах управления. Отсутствуют также достаточно полные характеристики операторов, по которым можно было бы оценить возможность выполнения этих задач в отведенное время. Поэтому при разработке системы "человек - машина" часто прибегают к хронометрированию деятельности человека и эти данные затем используют при согласовании машинных и человеческих звеньев системы.

Одно из возможных и на наш взгляд наиболее плодотворных направлений классификации задач, возлагаемых на человека, состоит в следующем.

На диспетчерских и командных пунктах на операторов возлагаются задачи, связанные с оценкой параметров и поведения объектов внешней среды, воздействующих на систему, оценкой состояния и действия управляемых средств, наблюдением за течением

управляемого процесса и воздействием на него путем изменения некоторых исходных данных и т.п.

Эти и другие задачи оператор решает на основании восприятия и переработки информации. При этом обычно выполняются следующие элементарные операции:

- 1) чтение (последовательный просмотр) характеристик отображаемых объектов;
- 2) запоминание на короткое время основных характеристик отображаемого объекта;
- 3) выбор объекта с минимальным или максимальным значением какого-либо параметра;
- 4) выбор объекта со значением параметра, находящимся в определенных пределах;
- 5) подсчет числа объектов при одновременном выборе по признакам, указанным в п.п. 3 или 4;
- 6) выбор объекта с экстремальным значением нескольких параметров;
- 7) выбор объекта с экстремальным значением одного параметра при значении другого, находящегося в определенных пределах;
- 8) подсчет числа объектов при одновременном выборе по признакам, указанным в п.п. 6 или 7.

Наблюдение за работой оператора при выполнении таких элементарных операций показывает, что некоторые из них вызывают затруднения, связанные с необходимостью выполнять одновременно два близких умственных действия. Это относится к операциям, связанным с выбором объектов по нескольким характеристикам при противоречивых требованиях, например, при одновременном требовании максимума одной характеристики и минимума другой. В процессе решения задачи, связанной с противоречивыми требованиями, возникает непрерывное дифференцировочное торможение. Поэтому такие задачи выполняются медленнее, чем, скажем, последовательное чтение характеристик или сравнение объектов по какому-либо одному параметру.

На основании анализа многочисленных экспериментальных данных, характеризующих пропускную способность человека при выполнении перечисленных элементарных операций, все они объединены в следующие классы.

1. Последовательное восприятие характеристик.
2. Восприятие с кратковременным запоминанием характеристик.
3. Сравнительное восприятие характеристик.
4. Сравнительное дифференцировочное восприятие.

Данные о пропускной способности человека-оператора, полученные при представлении информации набором цифр и букв и набором фигур различного цвета, приведены в табл.4.

Методы анализа задач, основанные на их делении на элементарные операции (элементарные задачи управления), оказываются пригодными для формальной постановки задачи распределения функций. Это важное обстоятельство, так как в настоящее время при подходе к данной задаче чаще всего опираются на качественные, в основе своей интуитивные соображения. Поэтому следует специально подчеркнуть связь, существующую между проблематикой принятия решения на операционном уровне и подготовкой количественных данных для обоснования тех или иных способов формулирования и решения задачи распределения функций. Ниже излагаются принципы обоснования этих способов.

Распределение функций между человеком и машиной преследует цель обеспечения максимальной надежности, помехоустойчивости и требуемого временного режима работы системы "человек - машина". Решение задачи распределения функций в этой системе осуществляется обычно по одному или нескольким критериям. Необходимо иметь в виду особенности выбора такого критерия в связи с присутствием в системе "человеческого" звена. Прежде всего критерий должен быть идентичным для машины и человека-оператора как в смысле качественного представления, так и количественного измерения. Физический смысл этого критерия должен соответствовать сущности решаемых задач управления машиной и человеком.

Качественными характеристиками в совокупности критериев при выборе степени автоматизации поставленных задач управления служат:

степень ответственности, которая никогда не может быть снята с человека, так же как и возможность риска;

необходимость творческого подхода в достижении цели и использования элементов эвристики при решении задач;

ограничения на возможность формализации задач для машинного решения.

Пропускная способность оператора при восприятии информации

Класс задач	Содержание задач	Цифры и буквы		Цвет и конфигурация	
		пропускная способность, ОБТ/сек	вероятность ошибки	пропускная способность, ОБТ/сек	вероятность ошибки
Последовательное восприятие характеристик	Чтение характеристик объектов	10,0	0,01	13,0	0,01
		9,3	0,23	31,1	0,21
		15,0	0,08	57,6	0,06
Сравнительное восприятие характеристик	Чтение заданной последовательности символов с целью последующего воспроизведения	11,5	0,15	28,8	0,12
		9,9	0,01	45,0	0,01
Сравнительное дифференцировочное восприятие	Выбор объекта с экстремальным значением заданного параметра	5,3	0,21	4,4	0,2

При создании системы главными требованиями являются высокая эффективность и достаточная экономичность. Кроме того, для работающих в системе людей должны быть обеспечены оптимальные условия по безопасности, удовлетворенности работой и допустимой напряженности.

В соответствии с названными требованиями критерии распределения функций в системе могут быть объединены в три группы: характеристики эффективности, экономичности и условий работы операторов.

Очевидно, что указанные внешние характеристики системы определяются ее внутренними конструктивными характеристиками, которые обозначим вектором  $\bar{X}$ . Составляющие этого вектора характеризуют состав системы, распределение функций между всеми ее элементами и отдельные свойства элементов.

Характеристики эффективности - это временные, точностные и надежностные характеристики выполнения системой "человек - машина" задачи в целом или отдельных подзадач. Обозначим их вектором  $\bar{A}$ . Характеристики экономичности объединяют различные составляющие затрат на создание и эксплуатацию системы. Обозначим их вектором  $\bar{C}(\bar{X})$ . Характеристики условий работы операторов - это степень загруженности каждого оператора, напряженности его работы и т.п. Обозначим их вектором  $\bar{B}(\bar{X})$ .

Наиболее общие решения по распределению функций в системе должны быть определены в самом начале ее проектирования, когда намечают контуры системы и формулируют ее основную и частные задачи (подзадачи). В это же время должно быть в общих чертах определено место человека-оператора в системе на основании качественных характеристик его преимуществ при решении подзадач. Невозможность формализации некоторых подзадач также служит основанием для передачи их человеку-оператору. В дальнейшем по каждой подзадаче, а затем и по всей задаче производится оценка распределения функций в системе по одному из выбранных количественных критериев.

Во многих случаях оказывается невозможным провести анализ и исследовать проблему с самого начала, так как основные решения по проектированию системы уже приняты. В этом случае также необходима оценка по количественным критериям.

В соответствии с изложенными выше особенностями выбора критерия оценки распределения функций в системе "человек - ма-

шина" в наибольшей степени поставленной задаче отвечают следующие количественные критерии.

1. Критерии эффективности (вектор  $\vec{A}(\vec{X})$ ):

$T_p$  - время решения задачи;

$\sigma_p$  - среднеквадратическое отклонение времени решения задачи;

$P_p$  - вероятность ошибки или неправильного решения задачи.

2. Критерии экономичности (затраты  $Z(\vec{C}(\vec{X}))$ ):

$C_{изг}$  - стоимость разработки и изготовления аппаратуры системы и подготовки обслуживающего персонала;

$\Delta C_{экс}$  - стоимость расхода энергии, материалов и содержания обслуживающего персонала при эксплуатации системы.

3. Критерии условий работы операторов ( $\vec{G}(\vec{X})$ ):

$\alpha_{загр}$  - степень загруженности оператора;

$\alpha_{напр}$  - степень напряженности его работы.

К критериям условий работы операторов можно, очевидно, отнести и другие, но загруженность и напряженность должны учитываться в первую очередь.

Как показывает опыт, в процессе функционирования системы операторы могут быть загружены по-разному. Возможны такие ситуации, когда некоторые операторы не могут продолжать работу пока не завершены отдельные операции, выполняемые другими операторами или автоматами. Тогда оператор в течение некоторого времени пребывает в состоянии вынужденного бездействия (простоя). Если  $T$  - общее время решения задачи системой, а  $T_j^n$  - суммарное время простоя  $j$ -го оператора, то степень загруженности оператора определяется из выражения

$$\alpha_{j \text{ загр}} = \frac{T - T_j^n}{T}. \quad (1)$$

Для некоторых систем представляет интерес не только занятость  $j$ -го оператора за время решения задачи в целом, но и на отдельных этапах ее решения.

Степень напряженности работы оператора является очень важной характеристикой его деятельности в системе. Если для выполнения какой-либо конкретной последовательности операций оператору в среднем требуется, скажем, 50 сек, а в его распоряже-

нии остается всего 30 сек, то напряженность в его работе возрастает. В исследовании [5] предложен удобный показатель напряженности работы оператора. Если к моменту времени  $t$  для завершения всех операций человеку-оператору в среднем необходимо время  $T_{необх}$ , а он располагает временем  $T_{расп}$ , то показатель напряженности его работы в момент  $t$  можно определить следующим образом:

$$\alpha_{напр} = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{необх} \leq T_{расп}; \\ \frac{T_{необх}}{T_{расп}}, & \text{если } T_{необх} > T_{расп}. \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку  $\alpha_{загр}$  и  $\alpha_{напр}$  являются случайными величинами, естественно рассматривать математические ожидания и среднеквадратические отклонения этих величин. Для того, чтобы характеризовать напряженность работы оператора, можно пользоваться значениями этих параметров, усредненными на всем временном интервале функционирования системы или на отдельных участках. Напряженность в работе может возникать в условиях не только дефицита времени, но и когда операторам угрожает та или иная опасность. Однако способы измерения напряженности в таких условиях пока неизвестны.

Решение задачи рационального распределения функций в системе "человек - машина" производится на основании максимизации показателя ее эффективности или минимизации одного из нежелательных факторов при минимальных затратах. При этом могут быть решены следующие задачи оптимизации системы.

1. Выбор оптимального варианта системы, максимизирующего ее эффективность  $W(\vec{A}(\vec{X}))$  при заданных ограничениях на затраты  $Z(\vec{C}(\vec{X}))$  и условия работы оператора  $\vec{G}(\vec{X})$ . Математически эту задачу можно сформулировать следующим образом:

$$\max_{\vec{X}} \{W(\vec{A}(\vec{X})) | Z(\vec{C}(\vec{X})) \leq Z_{дон}; \vec{G}(\vec{X}) \leq \vec{G}_{дон}\}. \quad (3)$$

2. Минимизация затрат  $Z(\vec{C}(\vec{X}))$  на систему при заданных ограничениях на эффективность  $W(\vec{A}(\vec{X}))$  и условия работы оператора  $\vec{G}(\vec{X})$ :

$$\min_{\vec{X}} \left\{ 3(\vec{C}(\vec{X})) \mid W(\vec{A}(\vec{X})) \geq W_{\text{дон}}; \vec{G}(\vec{X}) \leq \vec{G}_{\text{дон}} \right\}. \quad (4)$$

3. Минимизация одного из нежелательных факторов  $G_i(\vec{X})$ , определяющих условия работы операторов при выполнении заданных ограничений на эффективность  $W(\vec{A}(\vec{X}))$ , затраты  $3(\vec{C}(\vec{X}))$  и остальные показатели условий работы оператора  $\vec{G}^*(\vec{X})$ :

$$\min_{\vec{X}} \left\{ G_i(\vec{X}) \mid W(\vec{A}(\vec{X})) \geq W_{\text{дон}}; 3(\vec{C}(\vec{X})) \leq 3_{\text{дон}}; \vec{G}^*(\vec{X}) \leq \vec{G}_{\text{дон}}^* \right\}. \quad (5)$$

Основными методами оценки распределения функций в системе являются:

метод многократного статистического моделирования процесса функционирования системы (метод Монте-Карло);

аналитические методы с применением математического аппарата теории вероятностей и, в частности, теории массового обслуживания;

метод макетирования.

Для оценки распределения функций в системе "человек - машина" методом многократного статистического моделирования задача может быть сформулирована следующим образом (см. также ниже).

Даны внутренние характеристики системы, объединенные вектором  $\vec{X}$ , причем

$$\vec{X} \equiv (n, m, N, H, \vec{X}_1, \vec{X}_2, \dots, \vec{X}_N), \quad (6)$$

где  $n$  - количество автоматов в системе;  
 $m$  - количество операторов в системе;  
 $N$  - количество элементарных операций, на которые разбит процесс;  
 $H$  - матрица, описывающая распределение всех элементарных операций между элементами системы;  
 $\vec{X}_i$  - вектор характеристик процесса выполнения  $i$ -ой элементарной операции.

Необходимо определить:

$$\vec{A} \equiv [\dots, (P_K, T_K, G_K), \dots] \quad K=1, 2, \dots, L; \quad (7)$$

$$\vec{G} \equiv [\dots, (T_{j\text{загр}}, G_{j\text{загр}}, T_{j\text{напр}}, G_{j\text{напр}}), \dots] \quad j=1, 2, \dots, m, \quad (8)$$

т.е. необходимо определить временные точностные и надежностные характеристики выполнения системой задачи в целом для каждой из ветвей  $L$ , по которым может идти процесс (7), а также характеристики загруженности и напряженности работы для  $m$  операторов (8).

Методика оценки распределения функций с помощью ЦВМ состоит в следующем.

Исследуемая задача расчленяется на элементарные операции, выполняемые отдельными автоматами и операторами. Затем составляется алгоритмическое описание последовательности выполнения элементарных операций и программа их моделирования на ЦВМ. Кроме последовательности выполнения операций, программа должна содержать по каждой  $i$ -ой элементарной операции:

математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение

времени выполнения  $i$ -ой операции  $(t_i, \delta_i)$ ;

вероятность правильного выполнения  $i$ -ой операции  $(P_i)$ ;

признак существенности  $i$ -ой операции для успешного решения всей задачи  $(h_i)$ ;

номер операции, которая должна выполняться вслед за  $i$ -ой в случае неправильного выполнения последней.

Многократное моделирование по данной программе позволяет получить распределение времени решения исследуемой задачи, вероятность ее решения в течение заданного времени и степень загруженности оператора.

Для каждой элементарной задачи на ЦВМ производятся:

определение необходимой степени срочности выполнения данной элементарной задачи и условий напряженности при ее выполнении;

вычисление фактического времени  $(t_i)$  выполнения  $i$ -ой операции;

определение фактической вероятности успешного выполнения каждой операции  $(P_i)$ .

Для определения необходимой степени срочности можно использовать три степени срочности, предложенные Зейгелем и Вольфом [5]: первая степень - срочное выполнение не требуется. Она устанавливается, если оставшегося времени в среднем достаточно для выполнения всех оставшихся элементарных операций. Вторая степень - требуется срочное выполнение операции. Она устанавливается всякий раз, когда времени, имеющегося для выполне-

ния оставшихся элементарных операций недостаточно, но его вполне хватает для выполнения всех оставшихся существенных операций. Третья степень — требуется особая срочность выполнения операции. Она необходима, если оставшегося времени недостаточно даже для выполнения оставшихся существенных операций.

В ситуации, характеризующейся третьей степенью срочности, у оператора возникает чувство напряженности. В модели это эмоциональное состояние оператора может быть учтено введением коэффициента напряженности  $\alpha_{напр}$ .

Вычисление фактического времени  $t_i$  выполнения  $i$ -ой операции производится при помощи метода Монте-Карло на основании подсчета числа среднеквадратических отклонений  $K_i$  от среднего значения случайной величины.

Фактическая вероятность  $P_i$  успешного выполнения данной элементарной операции подсчитывается на основании заданной средней вероятности успешного выполнения  $i$ -ой операции как функция напряженности, возникающей при ее выполнении в данной ситуации.

Оценка распределения функций в системе методом статистических испытаний, хотя и позволяет решать задачу в полном объеме с учетом большого числа внутренних и внешних факторов, все же имеет существенные недостатки. Во-первых, для получения оценок с приемлемой точностью требуются значительные затраты машинного времени. Во-вторых, он не приспособлен для исследования влияния многочисленных внешних и внутренних параметров процесса на выходной результат, так как при этом сам процесс остается для исследователя "черным ящиком".

Во многих случаях для оценки сравнительно несложных систем могут быть успешно использованы аналитические методы с применением математического аппарата теории вероятностей. Эти методы применимы также для исследования отдельных подсистем в сложных системах.

Для анализа весь процесс необходимо расчленить на отдельные подпроцессы — последовательные цепочки из наборов элементарных операций. Обычно принято считать, что длительность всех элементарных операций есть независимая случайная величина, а правильное или неправильное их выполнение — независимое случайное событие. Время выполнения каждой выделенной цепочки элементарных операций на основании центральной предельной теоремы

теории вероятностей с большей уверенностью можно считать случайной величиной, распределенной по нормальному закону. Из теории вероятностей известно, что математическое ожидание и дисперсия суммы  $n$  независимых случайных величин равны соответственно сумме математических ожиданий и сумме дисперсий этих величин. Тогда, по известным параметрам элементарных операций ( $t_i$  и  $\sigma_i^2$ ) для последовательной их цепочки (будем ее называть обобщенной операцией), имеем

$$t_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n t_i ; \quad (9)$$

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 ,$$

где  $t_{\Sigma}$  — математическое ожидание времени выполнения обобщенной операции;

$\sigma_{\Sigma}^2$  — дисперсия времени выполнения обобщенной операции.

Если обобщенные операции выполняются параллельно и дальнейшая работа возможна только после завершения обеих операций, расчет параметров закона распределения может быть выполнен на основании формул Кларка [6] :

$$t_M = t_1 \Phi(\alpha) + t_2 \Phi(-\alpha) + a \varphi(\alpha) ; \quad (10)$$

$$\sigma_M^2 = (t_1^2 + \sigma_1^2) \Phi(\alpha) + (t_2^2 + \sigma_2^2) \Phi(-\alpha) + (t_1^2 + t_2^2) a \varphi(\alpha) - t_M^2 ,$$

где  $a = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} ;$

$$\alpha = \frac{t_1 - t_2}{a} ;$$

$\Phi(\alpha)$  — функция Лапласа;

$\varphi(\alpha)$  — функция плотности нормального распределения с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией;

$t_M, \sigma_M^2$  — математическое ожидание и дисперсия наибольшего из времени выполнения операций.

Пользуясь таблицами функций  $\Phi(\alpha)$  и  $\varphi(\alpha)$ , такой расчет можно сделать без особых затруднений.

Если процесс решения имеет несколько несложных независимых ветвей, можно рассчитать вероятность того, что процесс пойдет по каждой из них, а затем указанным выше способом найти условный закон распределения времени решения задачи.

Рассмотрим теперь один из возможных методов расчета параметров загрузки операторов и напряженности их работы.

Пусть  $\eta_j$  - длительность выполнения  $j$ -ым оператором обобщенной операции;  $\Delta_j$  - время простоя  $j$ -го оператора. Тогда для двух параллельно работающих операторов время простоя одного из них, например, второго, равно:

$$\Delta_2 = \begin{cases} \eta_1 - \eta_2, & \text{если } \eta_1 > \eta_2, \\ 0, & \text{если } \eta_1 \leq \eta_2. \end{cases} \quad (\text{II})$$

Поскольку  $\eta_j$  - случайная величина, распределенная по нормальному закону с параметрами  $t_j$  и  $\sigma_j$ , законом распределения случайной величины  $\Delta_2$  будет усеченный нормальный с математическим ожиданием  $t_1 - t_2$  и дисперсией  $\sigma_1^2 + \sigma_2^2$ . Задача определения параметров закона распределения суммарного времени простоя оператора сводится к композиции нескольких усеченных нормальных законов распределения. Наиболее приемлемым методом решения этой задачи является графический.

Закон распределения показателя напряженности в работе оператора перед каждой операцией можно определить следующим образом. Вначале следует определить параметры закона распределения времени, которым располагает оператор для завершения всех операций ( $T_{расп}$ ), а затем рассчитать  $\alpha_{напр}$ . Параметры закона распределения этой функции можно выразить через параметры закона распределения случайной величины  $T_{расп}$  известными методами теории вероятностей.

Рассмотренный выше аналитический метод оценки системы наиболее применим на начальных этапах синтеза, когда формируются возможные варианты ее состава и определяется предварительное распределение функций между ее элементами. Для оценки распределения функций в сравнительно несложных системах на этапе, когда основные решения по проектированию системы уже приняты, может оказаться плодотворным метод оценки с помощью аппарата теории массового обслуживания [7].

Для каналов системы "человек - машина" в качестве критерия оценки обычно используют вероятность полного обслуживания заявки ( $P_{по}$ ) в ограниченное время. Действительно, в соответствии с задачей, стоящей перед системой, достижение заданной вероятности полного обслуживания заявки является целью ее функционирования.

Этот основной критерий  $P_{по}$  может быть определен с учетом надежности работы канала без сбоев в течение всего времени решения задачи, т.е. с учетом вероятности ошибки  $P_p$  в решении задачи.

Вероятность полного обслуживания каналом заявки с ограниченным временем пребывания ее в системе ( $\tau = const$ ), равна

$$P_{по} = 1 - P_{r0}, \quad (\text{I2})$$

где  $P_{r0}$  - вероятность частичного обслуживания заявки.

Для систем, в которых обслуживание заявок производится в порядке их поступления, вероятность частичного обслуживания определяется следующим образом:

$$P_{r0} = \int_0^{\infty} [1 - B(y)] \int_0^{\infty} G(x, y) dH(x) dF(y), \quad (\text{I3})$$

где  $x$  - случайная величина, характеризующая время обслуживания заявки, с функцией распределения  $H(x)$ ;

$y$  - случайная величина, характеризующая время ожидания канала обслуживания, с функцией распределения  $B(y)$ ;

$G(x, y)$  - вероятность того, что требование может ожидать окончания обслуживания в течение времени  $\eta_2$ , не превышающего  $x$ , при условии, что на ожидание начала обслуживания затрачено время  $\eta_1 = y$ ;

$$G(x, y) = P(\eta_2 < x \mid \eta_1 = y) = \begin{cases} 1, & x + y > \tau \\ 0, & x + y \leq \tau \end{cases};$$

наконец,  $F(y) = A + \int_0^y P(t) dt$ ; ( $y > 0$ ).

В данной формуле  $A$  и  $P(t)$  удовлетворяют уравнению Вольтерра второго рода [7]:

$$P(t) - \lambda \int_0^t [1 - H(t-y)] P(y) dy = A, \quad \lambda [1 - H(t)].$$

Чаще всего в задачах, связанных с обслуживанием заявок человеком-оператором, закон распределения времени обслуживания можно аппроксимировать законом Эрланга второго порядка, сдвинутого на величину  $t_0$ :

$$\psi(t) = \alpha^2 (t - t_0) e^{-\alpha(t-t_0)}, \quad (\text{I4})$$

где  $\alpha = \frac{2}{m_t}$ .



Наиболее распространенным методом оценки системы является метод экспериментальных исследований на специальных макетах и моделирующих стендах, которые позволяют не только установить оптимальные размеры, расположение приборов, условия восприятия информации, но и получить объективные характеристики пропускной способности и надежности элементов системы в этих условиях.

При выборе наилучшего расположения органов управления и индикаторов, при проверке зон досягаемости очень удобны макеты в натуральную величину. При этом вначале такие макеты следует делать из материалов, позволяющих легко их перестраивать.

Моделирование динамических характеристик системы представляет собой, вероятно, наиболее тонкий из всех методов, применяемых для исследования инженерно-психологических проблем. Этот метод обычно заключается в присоединении к вычислительной машине средств отображения информации и в создании контура обратной связи с включением человека-оператора. Это позволяет испытывать систему "человек - машина" как единое целое, что весьма желательно при решении сложных проблем управления. В таких моделях средства индикации должны быть приспособлены к изменению информационной модели обстановки, а ЭВМ должна допускать реализацию многих вариантов алгоритмов вычислительных задач.

Ниже приводится методика распределения функций между операторами и ЭВМ при проектировании сложного автоматизированного диспетчерского пункта системы управления (ПУ) многочисленными высокоподвижными объектами (кораблями, самолетами и т.п.), основанная на использовании количественных параметров элементарных задач управления. Использование данной методики при проектировании систем с иными целевыми функциями, видимо, не вызовет затруднений.

Весь процесс распределения функций в системе "человек - машина" условно относится к двум стадиям проектирования, например начального и развернутого.

На стадии начального проектирования распределение функций основывается на оценке принципиальной возможности участия операторов в процессе решения наиболее ответственных задач управления в том случае, если для их работы создаются наилучшие условия: варианты решения основных задач управления автоматически вырабатываются и отображаются наилучшим для восприятия способом. Кроме того, заблаговременное включение человека-оператора в

контроль результатов автоматического решения основных задач обеспечивает понимание им обстановки, что является необходимым условием решения любой из возникающих задач в процессе управления. Необходимость контроля операторами автоматических решений особенно необходима для систем, внешняя обстановка в которых обладает значительной неопределенностью, т.е. возможны многочисленные варианты решения.

Так как предполагается, что данные о структуре системы не полные и стадия начального проектирования занимает сравнительно непродолжительное время, то методика распределения функции, ей соответствующая, носит приближенный характер и основывается на средних значениях основных характеристик ПУ.

Методика на стадии начального проектирования включает следующие основные этапы.

#### Определение средних значений основных характеристик всех потоков элементарных задач управления (ЭЗУ).

1. Общая задача управления качественно разбивается на ЭЗУ - типовые ситуации, требующие одиночного управляющего воздействия на управляемый объект со стороны ПУ. Весь перечень ЭЗУ складывается из задач управления каждым отдельным типом управляемого объекта и задач по обеспечению их совместного использования.

Определение типов ЭЗУ и их характеристик осуществляется не только с помощью некоторых типовых условий внешней обстановки, но и при рассмотрении всего принципиально возможного диапазона внешних условий, так как именно при этом могут выясниться необходимые функции человека-оператора в системе.

2. Определяется плотность потока ЭЗУ  $i$ -го типа  $\lambda_i \left[ \frac{1}{\text{МИН}} \right]$ . Для части задач  $\lambda_i$  может определяться суммированием потоков задач управления каждого из одновременно управляемых средств.

3. Определяется допустимое время решения ЭЗУ  $i$ -го типа  $t_{\text{доп}i} [\text{МИН}]$  - время, в течение которого возможно решение одиночной ЭЗУ  $i$ -го типа на данном ПУ.

4. Определяется важность  $W_i$  каждого типа ЭЗУ как снижение общего показателя эффективности управления, вызываемое нерешением одиночной ЭЗУ  $i$ -го типа.

На стадии начального проектирования  $W_i$  может быть определена качественно как приоритет (очередность) в решении данного типа ЭЗУ по сравнению с другими типами. Причем вначале существ-

венным является деление всех ЭЗУ на основные группы важности: ЭЗУ, нерешение которых непосредственно влияет на управление множеством объектов, и ЭЗУ, нерешение которых влияет на один управляемый объект.

5. Определяется возможный способ решения каждого  $i$ -го типа ЭЗУ (централизованный, децентрализованный или смешанный).

Определение минимально возможного рабочего времени оператора по решению одиночной ЭЗУ  $i$ -го типа.

Составляется логика работы оператора по восприятию и утверждению автоматически выработанных рекомендаций по  $i$ -му типу ЭЗУ, причем предполагается, что вся необходимая информация представлена на средствах отображения в форме, не требующей поиска и перекодирования, а реализация решения требует от оператора минимально возможного количества простейших операций. По известным значениям элементарных операций, составляющих логику работы, суммированием определяется  $t_{\text{раб}}^{\text{min}} i$ .

Отбор типов одиночных ЭЗУ, в которых может участвовать человек-оператор.

Для каждого типа ЭЗУ проверяется соотношение  $t_{\text{дон}i} > t_{\text{раб}i}^{\text{min}}$ . Все ЭЗУ с соотношением  $t_{\text{дон}i} < t_{\text{раб}i}^{\text{min}}$  не могут решаться оператором и отбираются для полной автоматизации их решения без участия операторов.

Распределение ЭЗУ внутри коллектива операторов.

Все ЭЗУ с соотношением  $t_{\text{дон}i} > t_{\text{раб}i}^{\text{min}}$  распределяются между операторами с учетом:

- количества операторов  $m$ ;
- важности (приоритета) ЭЗУ;
- возможного способа обслуживания ЭЗУ операторами;
- общих функциональных обязанностей каждого оператора;
- необходимой равномерности в загрузке операторов;
- значения показателя напряженности работы каждого оператора

$$\sum_{i=1}^K \lambda_i t_{\text{раб}i}^{\text{min}} \leq 1,$$

где  $K$  - количество типов ЭЗУ, решаемых данным оператором.

При допущении о регулярном потоке ЭЗУ задача решается методами линейного программирования.

Часть ЭЗУ, оставшаяся нераспределенной между  $m$  операторами, а также операции по разработке рекомендаций для решения

ЭЗУ операторами, необходимо автоматизировать. Возможно также и решение об увеличении штата операторов в определенных пределах.

Сделанное первоначальное распределение функций между операторами и ЭВМ будем считать началом развернутого проектирования.

Методика распределения функций на этой стадии состоит из следующих этапов.

1. Определение характеристик потоков задач в виде законов распределения  $f_i(\lambda)$  и  $f_i(t_{\text{дон}})$  по всем неавтоматизированным ЭЗУ, как "старым", так и "новым". Кроме того, определяется  $W_i$  и в некоторых случаях требуется дополнительная характеристика  $K_{ij}$  - взаимное влияние плотности потоков в результате решения или нерешения ЭЗУ  $i$ -го типа.

2. Экспериментальное определение характеристик качества работы оператора по решению одиночной ЭЗУ  $i$ -го типа, при этом получают:

закон распределения рабочего времени оператора по решению одиночной ЭЗУ  $i$ -го типа на фоне общей обстановки  $f_i(t_{\text{раб}})$ ; вероятность решения с заданным уровнем качества  $P_{K_i} = \varphi(t_{\text{раб}})$ . Выбор количества уровней качества определяется сложностью исследования конкретного типа ЭЗУ, а также ее важностью.

Характеристики  $f_i(t_{\text{раб}})$  и  $P_{K_i}$  могут быть получены и методом элементарных операций, если есть уверенность в достоверности результатов. Обычно на этом этапе применяется комбинация методов элементарных операций и натуральных экспериментов. Последний используется для исследования новых задач, содержащих эвристические моменты в работе оператора.

3. Физическое моделирование работы больших коллективов операторов, участвующих в управлении. Этот этап представляет большую сложность, поэтому предлагается использовать расчетные методы оценки качества работы коллектива операторов и организации их оптимальной работы на основании характеристик качества работы одного оператора по решению одиночной ЭЗУ и отдельных ее этапов.

ЭЗУ между операторами распределяются по показателю  $\max \sum_{i=1}^K \frac{P_{tk_i} \lambda_i W_i}{P_{tk_i}}$ , затем оценивается качество их обслуживания при условиях и ограничениях, изложенных выше. Так как практически невозможно решить эту задачу в полном объеме аналитическими методами при учете всех характеристик потоков ЭЗУ, то целесообразно использовать статистическую мо-

дель работы коллектива операторов, обслуживающих потоки различных типов ЭЗУ, реализуемую на ЭВМ.

4. Отработка информационной модели внешней обстановки на средствах отображения, если вероятность оптимального решения ЭЗУ оператором  $P_{ki}$  за время  $t_{рабi}$  меньше некоторого заданного значения  $P_{ki}^3$ .

Условием разработки информационной модели для решения ЭЗУ  $i$ -го типа является величина требуемого времени ее решения  $t_{рабi}^{mp}$ , т.е. тот интервал времени, за пределы которого не должен выходить оператор, чтобы обеспечить заданное качество обслуживания. Аналитически приближенно  $t_{рабi}^{mp}$  можно выразить формулами теории массового обслуживания. Например, для одноканальной системы с отказами имеем

$$t_{рабi}^{mp} = \frac{(1 - P_{Lo})}{P_{io} \sum_i^k \lambda_i^i}, \quad \text{если } t_{рабi}^{mp} < t_{донi};$$

$$t_{рабi}^{mp} = t_{донi}, \quad \text{если } t_{рабi}^{mp} \geq t_{донi}.$$
(15)

Величина  $t_{рабi}^{mp}$  ограничивает логику работы оператора

$$\sum_j^r t_j \leq t_{рабi}^{mp}, \quad (16)$$

где  $t_j$  - время работы по  $r$  операциям, составляющим ЭЗУ  $i$ -го типа.

Все расчетные операции могут быть сокращены путем их автоматизации, если

$$\sum_j^r t_j > t_{рабi}^{mp}.$$

Некоторые расчетные соотношения для определения информационной модели могут быть получены на основании приведенных выражений для  $t_{рабi}^{mp}$  (см. также [9]).

После выполнения указанных шагов, сравнивая итоговую вероятность обслуживания  $P_{tki}$  каждого потока ЭЗУ (вероятность обслуживания с учетом качества решения каждой ЭЗУ) с некоторым заданным значением  $P_{tki}^3$ , принимается решение о перераспре-

делении функций в системе, изменении аппаратурных решений и требований к составу и качеству поступающей информации, уточнении состава операторов, после чего цикл исследования может повторяться полностью или частично. Особо отметим возможный случай, когда в результате проектирования рационального ПУ качество обслуживания им определенных типов ЭЗУ окажется низким, что свидетельствует о необходимости перераспределения этих ЭЗУ внутри иерархической структуры ПУ.

### 3. Анализ элементарных задач управления и проблема организации коллективной работы операторов

Коллектив операторов системы "человек - машина" можно рассматривать как совокупность связанных между собой отношениями подчинения элементов, каждый из которых решает задачи определенного типа, а выдачу управляющего воздействия - как решение одной ЭЗУ. Тогда разновидности управляющих воздействий, вырабатываемые системой управления, можно классифицировать как решение разнотипных ЭЗУ, а потребность управляемого объекта в определенном виде воздействия - интерпретировать как возникновение ЭЗУ данного типа.

Для своевременной выдачи управляющего воздействия в системе необходимо иметь информацию о возникновении ЭЗУ и данные для ее решения. Подготовку информации об ЭЗУ должна осуществлять информационная модель, оптимальное построение которой оказывает существенное влияние на качество решения. Однако даже самая совершенная информационная модель в условиях большого количества информации по потокам разнообразных задач управления не обеспечит приемлемого качества решения ЭЗУ без достаточного числа операторов в системе управления и четкого распределения функциональных обязанностей между ними.

Операторы, очевидно, должны специализироваться на решении задач, связанных между собой каким-либо признаком. Наиболее подходящим в этом смысле будет объединение ЭЗУ по их принадлежности к элементам, состоянием которых они управляют либо согласовывают их характеристики между собой.

Поскольку задача согласования относится к нескольким различным элементам системы, которые могут обслуживать разные операторы, необходимо установить основные принципы взаимоотношений

операторов между собой. По-видимому, в основу должны быть положены те отношения подчинения, которые существуют между элементами системы: оператору, контролирующему состояние (назовем его "оператором состояния") элемента вышележащего уровня, должны подчиняться все операторы состояния элементов нижележащих уровней.

Тогда оператор состояния элемента высшего  $r$ -го иерархического уровня будет являться "главным" оператором системы. В качестве наиболее сложного, обобщенного элемента высшего уровня можно рассматривать систему управления в целом, в которой главным оператором будет человек, несущий ответственность за ее действия. Он должен принимать решения по тем задачам управления, которые имеют наибольшее значение для системы. К таким задачам относятся задачи согласования основных характеристик наиболее важных элементов системы, которыми будут являться преимущественно элементы следующего ( $r-1$ ) уровня, хотя, при необходимости, главный оператор может согласовывать характеристики и более простых элементов нижележащих ( $r-s$ ;  $s=1,2,\dots, r-1$ ) уровней.

Характер взаимовлияния элементов и их взаимоотношений (рис.2) определяет особые приемы решения ЭЗУ. Можно выделить несколько типичных схем решения.

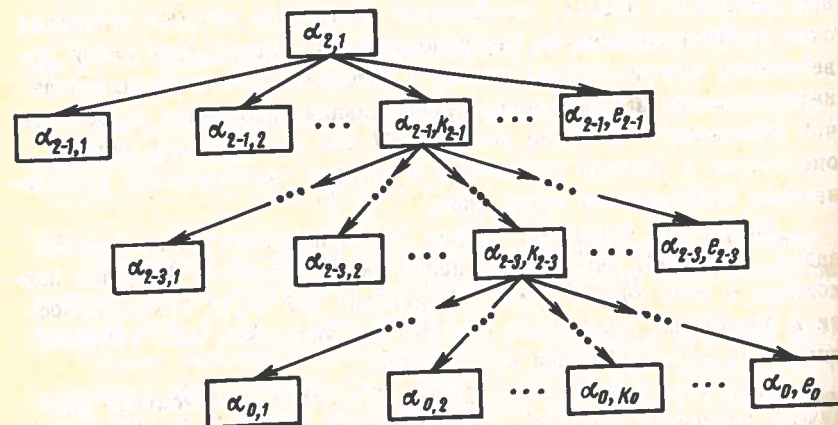


Рис. 2. Обобщенная схема взаимосвязей элементов системы

1. Решение ЭЗУ, не влияющей на режим работы других элементов, целесообразно производить оператору, занятому обслуживанием данного элемента системы.

2. При решении ЭЗУ, влияющей на характеристики элементов, принадлежащих одному иерархическому уровню (влияние по горизонтали), возникает несколько вариантов взаимоотношений операторов в процессе согласования характеристик:

а) согласование между операторами, обслуживающими отдельные элементы;

б) согласование между операторами, устанавливаемое с помощью оператора вышележащего уровня. Этот вариант может наблюдаться либо при загрузенности операторов обслуживания данных элементов, либо при отсутствии возможности произвести согласование по другим причинам. Согласование между операторами в основном будет двухсторонним, хотя может оказаться и односторонним, если решение примет старший оператор и отдаст распоряжение подчиненному оператору;

в) при загрузенности операторов вышележащих уровней и невозможности произвести согласование между операторами обслуживания элементов одного уровня специально выделяются операторы согласования характеристик. Такие операторы приобретают права старших группы. Согласование между операторами может быть также двухсторонним и односторонним.

3. При необходимости согласования характеристик элементов, принадлежащих различным иерархическим уровням (влияние по вертикали), схема взаимоотношений между операторами останется в основном та же, что и в вариантах б, в. При цепной реакции распространения влияния режима работы  $g_{r-s}$ -го элемента на элементы верхних иерархических уровней количество операторов, занятых согласованием характеристик, будет увеличиваться. В итоге по ЭЗУ будет принято оптимальное для системы решение, так как каждый оператор, участвующий в процессе принятия решения, располагает сведениями о свойствах и состоянии контролируемых им элементов и вносит дополнительную информацию о возможном направлении развития процессов в системе.

Несколько упрощая суть дела при оценке влияния взаимоотношений операторов на качество решений  $K_i$ , можно считать его функционально зависящим только от количества операторов, участвующих в принятии решения:

$$K_i = f\left(\sum_{j=1}^m O_j\right),$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  — операторы системы.

Улучшение качества принимаемых решений за счет наиболее полного использования информации о системе, которая имеется у операторов, обслуживающих другие элементы, приводит к увеличению информационных связей. А это вызывает целый ряд последствий, которые необходимо учитывать при обосновании взаимоотношений операторов.

Прежде всего рост числа информационных связей приводит к увеличению времени, требуемого для принятия решения. Учитывая быстротечность процессов в системе, существует ограничение на время выработки управляющих воздействий  $t_{i \text{ доп}}$ , которое для каждой ЭЗУ зависит от конкретных условий функционирования системы и является случайной величиной с законом распределения

$F(t_{i \text{ доп}})$ . Поэтому каждый оператор, анализируя условия появления ЭЗУ и необходимость ее решения, должен определить тот резерв времени, которым он располагает для своевременного принятия решения. Дефицит времени на решение ЭЗУ ограничивает возможность использования всех информационных связей. Учет последствий влияния принимаемого решения на работу других элементов системы, а следовательно, количество использованных информационных связей и операторов в процессе принятия решения непосредственно зависят от допустимого времени  $t_{i \text{ доп}}$  на принятие решения по каждой ЭЗУ.

Выбор оператором того или иного варианта информационных связей в условиях лимитированного времени  $t_{i \text{ реу}} \leq t_{i \text{ доп}}$  можно обосновать, если принять во внимание неодинаковую степень влияния на  $K_i$  каждого учитываемого параметра  $\alpha'_{gk+\nu}$ . Эти различия удобно проследить на ряде элементов, упорядоченных по степени уменьшения влияния на них режима работы данного элемента. Принимая решение по ЭЗУ, порядок  $\alpha'_{gk+\nu}$  должен соответствовать последовательности, определяющей влияние характеристик

\* Так как все элементы системы взаимосвязаны, в число параметров  $g$ -го элемента ( $\alpha_{g1}, g=1, 2, \dots, m; l=1, 2, \dots, h_g$ ) должны быть включены характеристики его влияния на другие элементы ( $\alpha'_{gk+\nu}, \nu=1, 2, \dots, l-k$ ). Штрих обозначает, что параметр учитывается.

элемента на работу системы. Возникающие при этом информационные связи между операторами отражают те закономерности в порядке учета параметров, которые повышают качество принимаемых решений. Уменьшение времени на принятие решения сокращает количество  $\alpha'_{gk+\nu}$  и соответствующих им информационных связей (за счет параметров, слабо влияющих на качество решений) до нескольких наиболее значимых параметров. Крайний случай будет наблюдаться при таком дефиците времени, когда окажется невозможным использовать ни одну информационную связь и необходимо будет довольствоваться тем решением, которое примет оператор, обслуживающий данный элемент. Приемлемое качество решения в этом случае может быть обеспечено только благодаря знаниям об основных свойствах и состоянии других элементов системы, которыми он обладает.

Изменение структуры взаимоотношений между операторами в зависимости от времени, которым он располагает на принятие решения по ЭЗУ, придает коллективу операторов характерные черты адаптивных систем.

#### Особенности взаимовлияния операторов

Отношения субординации в организациях с иерархической структурой влияют на порядок установления информационных связей между старшими и младшими операторами. Как уже отмечалось, в иерархической организации старшими будут операторы вышележащих уровней, а среди операторов одного уровня — операторы согласования, которым подчиняются все операторы элементов, характеристики которых они согласовывают. В зависимости от того, у кого из них возникнет потребность в установлении связи, взаимодействие старших и подчиненных операторов может осуществляться различными способами.

I. Старший оператор нуждается в дополнительной информации о состоянии ряда элементов, контролируемых подчиненными операторами. Этот вид взаимодействия старшего с младшими можно назвать "запросом сверху". По запросу сверху все подчиненные операторы должны немедленно выдавать требуемую информацию. Если кто-либо из них в это время был занят обслуживанием другой ЭЗУ, то оно прерывается и может быть продолжено только после выдачи информации по запросу. Наиболее благоприятные условия работы при этом создаются для старшего оператора. Качество решения ЭЗУ, обслуживание которых прерывалось, может ухудшиться, а по ряду ЭЗУ

подчиненные операторы не успеют принять решения из-за дефицита времени. Снижение качества решения ЭЗУ на нижележащих уровнях при данном способе организации взаимодействия может быть оправдано только тем, что на вышележащих уровнях решаются ЭЗУ, имеющие гораздо большее значение для системы.

2. В ряде случаев у подчиненного оператора возникает необходимость в обращении к старшему ("вопрос снизу") относительно того или иного варианта действий, заранее не предусмотренного, связанного с непредвиденными последствиями или с необходимостью согласования режимов работ различных элементов. При этом работа старшего по решению другой ЭЗУ не прерывается, однако он может произвести оценку важности ЭЗУ и запаса имеющегося на принятие решения времени ( $t_{i доп} - t_{i реш} > 0$ ) для поступившей и обслуживаемой ЭЗУ, а при определенных условиях может прервать начатое обслуживание, продолжив его после обслуживания вновь поступившей ЭЗУ.

3. При обращении одного оператора сразу к нескольким с запросом или вопросом возникает схема параллельного обслуживания ЭЗУ. В зависимости от субординации прерывание начатого обслуживания происходит либо как в первом случае, либо как во втором. Момент окончания обслуживания устанавливается в зависимости от типа решаемой ЭЗУ. При обслуживании по принципу "резервирования" достаточно одному из операторов завершить обслуживание, чтобы по нему установить момент окончания работы. Если необходимо получить ответы от всех операторов, момент окончания обслуживания определяется по оператору, последним завершившим обслуживание.

Таким образом, взаимосвязь между операторами вызвана необходимостью согласования многообразных характеристик элементов системы, контролирование которых же под силу одному оператору. Взаимосвязь обеспечивает более оптимальный режим функционирования системы, улучшает качество решений отдельных ЭЗУ. При этом, однако, качество решения других ЭЗУ может ухудшиться. Поэтому взаимоотношения операторов должны быть организованы таким образом, чтобы сделать минимальным отрицательный эффект взаимовлияния на качество решений по всем ЭЗУ.

Можно попробовать решить эту задачу с помощью аппарата теории графов [10]. Вершинами графа ( $j$ ) представим операторов, дугами ( $h_j, j+i$ ;  $i=1, 2, \dots, m-j$ ) обозначим связи между

ними в процессе решения ЭЗУ. Последовательность дуг, конец каждой из которых совпадает с началом предыдущей, определяет путь решения ЭЗУ.

Каждой дуге поставим в соответствие две характеристики: важность ( $c_i$ ) ЭЗУ для системы и время обслуживания ( $t_{i доп}$ ), а каждой вершине - качество обслуживания ( $K_i$ ) и время обслуживания ( $t_{i реш}$ ). Для каждого типа ( $T_i$ ) ЭЗУ задается ограниченное количество вершин  $j$ , через которые может проходить путь решения, и определяются ограничения на порядок прохождения вершин. В каждый момент времени  $t$  ( $t = \Delta t, 2\Delta t, \dots, K\Delta t = T$ ;  $T$  - общее время работы операторов) необходимо определить такой путь ( $\mu$ ), для которого:

время пребывания в пути ( $t_{i реш} = \sum_{j=1}^{\mu} t_{ij реш}$ ) не превышало бы допустимого времени на решение ЭЗУ ( $t_{i реш} \leq t_{i доп}$ ); выполнялись бы ограничения на порядок прохождения вершин, обусловленные субординацией и специализацией операторов.

Далее, из всей совокупности путей по всем типам ЭЗУ требуется выбрать такие, чтобы через каждую вершину проходил только один путь и достигалось максимальное значение  $\sum_{i=1}^n c_i K_i (\mu)$ , представляющее собой не что иное, как прирост показателя эффективности системы в результате решения ЭЗУ  $i$ -го типа.

Возможные способы решения поставленной задачи имеются, в частности, в работе [10].

#### Количественные оценки групповой деятельности

Коллектив операторов как элемент системы управления должен обеспечивать выполнение основной ее задачи, выражающейся в поддержании оптимального режима функционирования системы за время ее работы  $T$ . Для этого необходимо своевременное и качественное решение задач управления, отражающих такие изменения состояний элементов системы, которые требуют выдачи управляющих воздействий.

Целевую функцию работы коллектива операторов можно записать в виде

$$\phi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_i n_{ij} P_{K_{r_i}} P_{i_j} \quad (I)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$  - типы ЭЗУ;  
 $j = 1, 2, \dots, m$  - количество операторов;

$C_i$  - вес (или важность)  $i$ -го типа ЭЗУ, определяемый степенью влияния результата решения ЭЗУ на общий показатель эффективности (ПЭ) системы ( $W$ );

$$C_i = f(\Delta W_i); \Delta W_i = W_i - W;$$

$W_i, W$  - значения ПЭ с учетом и без учета решений по  $i$ -му типу ЭЗУ;

$n_{ij}$  - количество ЭЗУ  $i$ -го типа, поступивших на обслуживание к  $j$ -му оператору ( $n_{ij} = \lambda_{ij} T$ , где  $\lambda_{ij}$  - плотность поступления ЭЗУ  $i$ -го типа к  $j$ -му оператору за время  $T$ );

$P_{kr}$  - вероятность обслуживания  $i$ -го типа ЭЗУ с определенным качеством ( $K_r$ ), зависящим от характеристик средств отображения, средств связи операторов с ЦВМ, информационной модели, организации работ коллектива, времени принятия решения ( $t_{i\text{реш}}$ );

$P_{ij}$  - вероятность решения  $i$ -го типа ЭЗУ  $j$ -ым оператором, которая зависит от плотности ЭЗУ, поступающих к оператору ( $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_{ij}$ ), от  $t_{i\text{реш}}$  и времени существования задачи  $t_{i\text{дон}}$ .

Параметры, влияющие на значения величин, входящих в выражение (I), можно было бы представить функционально зависящими от еще более простых переменных. В этом случае задача будет заключаться в выборе из области возможных изменений тех значений влияющих параметров, которые обеспечат максимальное значение целевой функции (I).

Остановимся на самом обобщенном виде переменных. Когда одни параметры целевой функции (I) описываются аналитически, а другие алгоритмически, для оптимизации такого рода функционалов наиболее целесообразен метод статистических испытаний.

Для получения количественных оценок работы коллектива операторов при выбранных или искомым оптимизирующих целевую функцию (I) значениях параметров необходимо создать модель работы коллектива операторов. Формализацию процессов решений разнородных потоков задач управления коллективом операторов удобно производить с помощью теории массового обслуживания. Тогда модель представит собой обобщенную систему массового обслуживания с приоритетами заявок, с прерыванием начатого обслуживания, с ожиданием начала обслуживания, с отказами в обслуживании. Для работы модели потребуются следующие исходные данные:

I) характеристики потоков ЭЗУ (будем называть их заявками), включающие законы распределения моментов поступления  $F(t_{i\text{пост}})$

заявок в систему, длительность существования потоков  $\Delta T = t_{i\text{оконч}} - t_{i\text{нач}}$ , законы распределения допустимого времени решения ЭЗУ в системе  $F(t_{i\text{дон}})$ , важность ( $C_i$ ) ЭЗУ по типам;

2) количество операторов  $m$ ;

3) способы обслуживания заявок в системе - одноканальное, многоканальное, многоканальное, но с предпочтением для некоторых операторов, обслуживание при равновероятном выборе одного оператора из группы, параллельное, фазовое, когда каждая фаза обслуживается одноканально, фазовое, с приведенными разновидностями многоканального обслуживания каждой фазы. Это наиболее общий вид обслуживания, включающий остальные способы обслуживания;

4) временные и качественные характеристики обслуживания заявок - законы распределения времени обслуживания заявок  $F(t_{i\text{реш}})$ , характеристики для определения качества обслуживания ( $P_{kr}, t_{i\text{реш}}$ ), характеристики, позволяющие переводить операторов на разные режимы работы (напряженный, нормальный, усталости);

5) значения вероятностей последующего появления заявок разных типов в зависимости от качества обслуживания поступивших заявок  $P_{i\eta\text{дон}}$  (потоки последствий).

Работа модели, изображенная на рис.3, состоит из таких этапов:

формирование входного потока на интервал времени

( $t_{\text{мек}}, t_{\text{мек}} + \Delta t$ );

выбор заявок и постановка их в очередь к соответствующим операторам;

обслуживание заявок операторами;

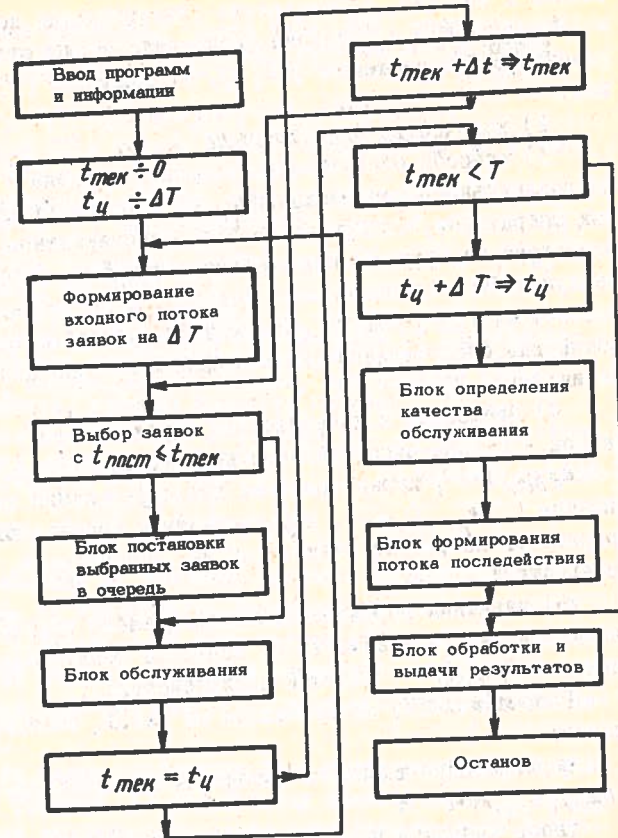
определение качества и степени обслуживания (обслужена, частично обслужена, получила отказ);

формирование потоков последствий;

обработка и выдача результатов счета.

В качестве законов распределения входных потоков заявок используется Пуассоновское распределение  $P_{n_i}(\Delta t) = \frac{(\lambda_i \Delta t)^{n_i}}{(n_i)!} e^{-\lambda_i \Delta t}$ . Ошибки, допускаемые операторами при обслуживании заявок, или низкое качество обслуживания приводят к появлению дополнительных потоков заявок разных типов, так называемых "потоков после-

Рис. 3. Обобщенная блок-схема модели



действия". Они формируются на интервал  $t_{мек}, t_{мек} + \Delta t$  по закону равномерной плотности  $P(t) = \begin{cases} 1/\Delta t \text{ при } t_{мек} < t < t_{мек} + \Delta t \\ 0 \text{ при } t_{мек} > t > t_{мек} + \Delta t \end{cases}$  и суммируются с входным потоком на этот же интервал. Выбор операторов для обслуживания поступившей заявки зависит от характеристики заявки  $c_i; t_{i доп}; t_{i реш}$ , состояния оператора (время работы  $T_{j раб}$ , напряженность  $T_{j раб}^{напр}$ , длина очереди заявок, ожидающих начала обслуживания  $b$ ) и возможного качества обслуживания  $K_{r_i}$ .

После распределения потоков поступивших заявок между операторами для каждого из них определяется оптимальный порядок их обслуживания:  $\max \sum_{i=1}^n c_i n_{ij} p_{ij} p_{kr_i}$ .

По характеристикам заявок ( $c_i, t_{i доп}, t_{i реш}$ ) и состоянию оператора ( $T_{j раб}, T_{j раб}^{напр}, b$ ) определяется режим его работы и производится обслуживание заявки. Процесс обслуживания подразделяется на следующие этапы: обнаружение, принятие решения, утверждение принятого решения, реализация (ввод команд в ЦВМ, распоряжения и т.д.). Эти этапы являются наиболее общими при решении любой задачи управления.

Этим этапам задаются, соответственно, законы распределения времени и качества выполнения  $F(t_{i обн}); F(t_{i пр.р}); F(t_{i умб}); F(t_{i реан})$ .

Обслуживание заявки будет завершено только после выполнения этапа реализации и при таком соотношении общего времени, затраченного операторами на обслуживание, и времени существования заявки, при котором выполняется условие  $t_{i реш} \leq t_{i доп}$ ; в противном случае заявка считается частично обслуженной. Заявки, у которых время существования кончилось до того, как оператор смог приступить к их обслуживанию, считаются потерянными (получившими отказ).

Модель позволяет определить такие характеристики работы коллектива операторов, как:

загрузка каждого оператора на определенном интервале времени

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n n_{ij} \text{nocm}}{\sum_{j=1}^n n_{ij} \text{обсл}}; \quad (2)$$

вероятность обслуживания  $i$ -го типа заявок всеми операторами

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^m n_{ij} \text{обсл}}{\sum_{j=1}^m n_{ij} \text{nocm}} \quad (3)$$

и каждым в отдельности

$$P_{ij} = \frac{n_{ij} \text{обсл}}{n_{ij} \text{nocm}}; \quad (4)$$

вероятность работы оператора в напряженном режиме

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ij раб}^{напр}}{T_{j раб}}, \quad (5)$$

в нормальном режиме и в режиме усталости (формулы аналогичны);



вероятность пребывания оператора в  $l$ -ом состоянии, определяемом количеством поступивших на обслуживание заявок (включая заявку, по которой в момент времени  $t_{тек}$  производится обслуживание)

$$R_{lj} = \frac{\sum_i t_{ij}}{T}; \quad (6)$$

вероятность обслуживания заявки с определенным качеством

$$P_{K_{r_i}} = \frac{\sum_{j=1}^m n_{ij} K_{r_i}}{\sum_{j=1}^m n_{ij} обсл}. \quad (7)$$

Количественные оценки работы коллектива операторов (2 + 7), полученные методом статистических испытаний, позволяют определить значения функционала (I). Далее, с помощью алгоритма наискорейшего спуска [II] с учетом ограничений для каждой системы определяются значения следующих параметров, оптимизирующих функционал (I):

- количество операторов  $m$  ;
- организация работы коллектива операторов (распределение функциональных обязанностей между операторами в процессе решения задач управления);
- время и качество решения задач управления, влияющих на оптимальные значения функционально связанных с ними параметров, например характеристик средств отображения, средств связи операторов ЦВМ, информационной модели и алгоритма решения ЭЗУ оператором.

Таким образом, для каждой конкретной системы можно оценить влияние работы коллектива операторов на значение ПЭ посредством функционала (I), если важность  $i$ -го типа ЭЗУ выражать в единицах прироста ПЭ, появившегося в результате решения  $i$ -го типа ЭЗУ.

С учетом технических и экономических ограничений сроков разработки системы и ограничений на использование в управлении специалистов, связанных с их обучением, содержанием и т.д., можно найти оптимальные значения всех параметров, от которых зависит работа коллектива операторов.

#### 4. Использование метода статистического моделирования для анализа процессов решения оперативных задач в АСУ

На этапах эскизного и технического проектирования пункта управления АСУ, как известно, возникает проблема анализа его функционирования и разработки рекомендаций по оптимизации структурной схемы ПУ и режимов функционирования. Под функционированием ПУ здесь понимается решение оперативных задач, возникающих в системе. Так как решение оперативных задач связано с деятельностью операторов, при анализе функционирования ПУ невозможно не учитывать параметры этой деятельности.

Процесс функционирования диспетчерского пункта носит сложный вероятностный характер, зависящий от многочисленных случайных факторов. Для анализа эффективности функционирования целесообразно использовать метод статистического моделирования [I2], позволяющий вести анализ с необходимой степенью детализации и точности. Использование этого метода оказывается особенно полезным при проектировании уникальных диспетчерских пунктов, не имеющих аналогов в существующих АСУ.

Применение метода статистического моделирования с использованием ЦВМ предполагает несколько этапов работы:

- формализацию процесса функционирования диспетчерского пункта;
- разработку моделирующего алгоритма и программы модели;
- моделирование, анализ результатов моделирования и разработку рекомендаций по структуре диспетчерского пункта и режимам функционирования.

Деятельность человека-оператора на ПУ можно охарактеризовать как совокупность психологических и психофизиологических актов. Это позволяет анализировать процесс решения оперативных задач по существу. Однако получение количественных характеристик этих актов весьма затруднительно. Поэтому в модели деятельность оператора представлена более или менее подробно в зависимости от наличия количественных характеристик отдельных актов.

Трудности учета количественных характеристик деятельности оператора, вызванные такими индивидуальными качествами человека, как обучаемость, адаптируемость, эмоциональность и т.д., можно преодолеть, если использовать статистически усредненные характеристики человека-оператора, в которых учтено влияние перечисленных свойств человека.

Основными характеристиками деятельности человека-оператора, используемыми в модели, могут быть время и надежность выполнения действий. Эти характеристики задаются в модели для каждого агрегата в виде закона распределения времени выполнения некоторого действия и вероятности безошибочного выполнения этого действия. Они могут быть заданы несколькими категориями, каждая из которых соответствует определенному режиму работы оператора (например, режим "нормальной", "напряженной" работы или в состоянии "усталости").

Формализация процесса решения оперативных задач

Процесс решения задач операторами формально можно описать как функционирование многофазной многоканальной агрегативной системы [12]. Агрегатами в этой системе являются локальные системы "человек - техническое устройство" (например, "человек - табло", "человек - пульт" и т.д.) и некоторые гипотетические агрегаты, характеризующие деятельность, связанную с принятием решения.

Набор агрегатов отражает как физическую суть представляемой части структуры ПУ, так и взаимодействие человека с аппаратурой в процессе решения оперативных задач. Связь между агрегатами в модели отражает необходимую последовательность действий, выполняемых оператором, и задается для каждого класса задач в виде графа решения, узлы которого символизируют агрегаты, а ребра - последовательность участия этих агрегатов в решении задач.

Этап деятельности оператора - получение информации и его оценка - представляется в модели агрегатами типа "оператор - устройство отображения". Числовые характеристики этого этапа, выполняемого с помощью соответствующего средства отображения, записываются в формуляр агрегата. Если для получения информации используются несколько устройств отображения, то этап получения информации представляется в модели последовательностью из нескольких агрегатов с соответствующими временными и надежностными характеристиками. Особенностью агрегатов этого типа является способность некоторых из них участвовать одновременно в решении нескольких задач (например, "человек - средство отображения коллективного пользования").

Этап принятия решения задается в модели группой агрегатов, условно названных ведущим элементом. Количество агрегатов этого типа определяется числом операторов ПУ, решающих оперативные задачи.

Этап деятельности оператора - исполнительное действие - представляется в модели агрегатом типа "оператор - орган управления".

Характеристики этапов принятия решения и исполнительного действия представляются в агрегатах временными и надежностными параметрами.

Особенность формального представления функционирования ПУ заключается в том, что среди агрегатов имеется группа, участие которой в решении оперативных задач определяет дисциплину поступления заявок в систему. Такой группой являются агрегаты типа "ведущий элемент". Например, если в агрегативной системе в данный момент обслуживается заявка  $m_i^K$ , имеющая в графе обслуживания агрегат типа "ведущий элемент" с номером  $K$ , то никакая другая заявка, имеющая в графе обслуживания агрегат этого же типа и с тем же номером, не должна поступать в систему до тех пор, пока не будет обслужена заявка  $m_i^K$ . Таким образом, оператор в каждый конкретный момент времени может решать только одну оперативную задачу.

Очередной агрегат "человек - техническое устройство" будет привлечен к обслуживанию заявки, если соответствующее техническое устройство (табло, экран, мнемосхема, пульт и т.д.) не находится в состоянии отказа или агрегат не обслуживает другую заявку. При неисправности очередного агрегата оценивается возможность его замены другими, так называемыми агрегатами замены.

Агрегат типа "человек - техническое устройство" коллективного пользования не привлекается к обслуживанию заявки только в случае отказа технического устройства. Агрегаты этого типа не имеют очереди из заявок, поступивших к ним на обслуживание.

К некоторым агрегатам типа "человек - техническое устройство" индивидуального пользования могут образовываться очереди из заявок. Порядок в очереди определяется приоритетом заявок и временем поступления. Первой на обслуживание поступает заявка со старшим приоритетом. При одинаковом приоритете (заявки одного класса, заявки разных классов равного приоритета) первой обслуживается заявка, поступившая раньше. Момент окончания обслуживания определяется по формуле

$$t_{i,K}^j = t_{i-1,K}^j + \tau_K^j, \quad (1)$$

где  $t_{i,K}^j$  - момент окончания обслуживания заявки  $j$ -го класса  $K$ -ым агрегатом;  
 $t_{i-1,K}^j$  - момент начала обслуживания заявки  $K$ -ым агрегатом;  
 $\tau_K^j$  - случайная величина, отражающая временные затраты оператора при выполнении некоторого действия, распределенная по закону  $F(t)$ .

Задание в модели параметров надежности технических средств зависит от моментов отказа и восстановления этих средств.

Поскольку моменты отказа и восстановления аппаратуры зависят от многих факторов, в том числе и случайных, то они являются случайными величинами.

Момент возникновения отказа определяется по формуле

$$t_{отк i}^j = t_{б i-1}^j + \tau_p^j, \quad (2)$$

где  $t_{отк i}^j$  - время возникновения отказа  $j$ -го технического устройства;  
 $t_{б i-1}^j$  - время последнего восстановления  $j$ -го технического устройства;  
 $\tau_p^j$  - время наработки на отказ  $j$ -го технического устройства, распределенного по закону  $G(t)$ .

Момент восстановления определяется по формуле

$$t_{б i}^j = t_{отк i-1}^j + \tau_{рем}^j, \quad (3)$$

где  $t_{отк i}^j$  - время последнего отказа технического устройства;  
 $\tau_{рем}^j$  - время устранения обнаруженной неисправности  $j$ -го технического устройства, распределенного по закону  $R(t)$ .

Надежность деятельности человека в модели задается величиной  $P_i$  - вероятностью безошибочного выполнения  $i$ -го действия оператором.

Часть ошибочно выполненных действий обнаруживается оператором при самоконтроле с вероятностью  $Q_i$ , при этом ошибочно выполненная операция повторяется. Другая часть ошибок не обнаруживается при самоконтроле. Считается, что она приводит к неправильным решениям оперативных задач.

Таким образом,  $i$ -ая операция, выполняемая с вероятностью  $(1 - P_i)Q_i$  повторяется, а с вероятностью  $(1 - P_i) \cdot (1 - Q_i)$  - приводит к неправильному решению оперативной задачи.

Процесс моделирования решения оперативной задачи с необнаруженным неправильно выполненным действием осуществляется до конца, но оперативная задача считается неправильно решенной.

Заявка считается обслуженной, если были привлечены агрегаты в соответствии с графом обслуживания, если не было ошибок с вероятностью  $(1 - P_i) \cdot (1 - Q_i)$  и время обслуживания не превысило допустимого.

Поток оперативных задач, возникающих на ПУ и требующих решения, образует поток заявок. Источником задач является оперативная обстановка, складывающаяся на ПУ. Каждая задача принадлежит к одному из  $M$  классов задач, а каждый класс обладает приоритетом по отношению к другим классам. Задачи одного класса родственны по смыслу и организации решения.

Возможным вариантом задания потока заявок в модели может быть следующий.

Период функционирования ПУ  $\{0 - T_{кон}\}$ , где  $T_{кон}$  - момент окончания функционирования пункта, разбивается на  $n$  частей. Границами частей являются  $t_1, t_2, t_3, t_{n-1}$ . В каждом интервале  $t_i \div t_{i+1}$  предполагается, что входной поток образуется заявками одного или нескольких классов, характерных для данного этапа функционирования диспетчерского пункта. Заявка, появившаяся во входном потоке, характеризуется появлением  $t_i$ . Момент появления заявок случаен и определяется заданным законом распределения.

Момент появления заявки  $j$ -го класса определяется по формуле

$$t_i^j = t_{i-1}^j + \tau_j, \quad (4)$$

где  $t_{i-1}^j$  - момент последнего появления заявки  $j$ -го класса;  
 $\tau_j$  - случайная величина, распределенная по закону  $Q(t)$ .  
 Этот вариант, естественно, не решает всех вопросов, связанных с формализацией процесса функционирования ПУ.

Для исследования организации ПУ по решению оперативных задач, определения загрузки операторов, организации информационной модели и определения числовых характеристик локальных систем "человек - техническое устройство" предлагаются следующие показатели:

$P_j$  - вероятность решения оперативных задач  $j$ -го класса, для  $j \in (1, M)$ ;

$F_j$  - статистическое распределение времени решения задач  $j$ -го класса, для  $j (1, K)$ ;  
 $K_{zj}$  - степень занятости  $j$ -го элемента в решении оперативных задач,

$$K_{zj} = \frac{\sum_i t_{zi}^j}{t_{\phi}}$$

где  $t_{zi}^j$  - время занятости  $j$ -го элемента в решении  $i$ -ой оперативной задачи;

$t_{\phi}$  - период функционирования;

$K_{oj}$  - степень занятости  $j$ -го оператора решением оперативных задач,

$$K_{oj} = \frac{\sum_i t_{ri}^j}{T_{\phi}}$$

где  $t_{ri}^j$  - время занятости  $j$ -го оператора в решении  $i$ -ой оперативной задачи;

$K_{zi}$  - степень загрузки  $j$ -го элемента в решении оперативных задач,

$$K_{zi} = \frac{\sum_l n_l^j}{W_p}$$

где  $\sum_l n_l^j$  - количество оперативных задач, решаемых с помощью  $j$ -го элемента;

$W_p$  - общее количество оперативных задач, решенных за период функционирования ПУ;

$F_{zi}$  - статистическое распределение времени задержки в решении оперативных задач  $j$ -го класса, для  $(1, K)$ ;

$F_{bj}$  - статистическое распределение времени ожидания оперативных задач  $j$ -го класса в очереди на решение к оператору, для  $j (1, K)$ .

Анализ и сопоставление этих и других характеристик, получаемых в результате моделирования при различных вариантах структурной схемы ПУ, а также распределения задач между аппаратурой и оператором позволяют определить эффективность функционирования ПУ по решению оперативных задач.

Построение моделирующего алгоритма

Блок-схема моделирующего алгоритма, реализованного на основе приведенной формализации, приведена на рис.4.

Моделирующий алгоритм учитывает изменение состояния системы в момент:

- технического отказа отдельного элемента;
- восстановления отдельного элемента;
- появления новой заявки;

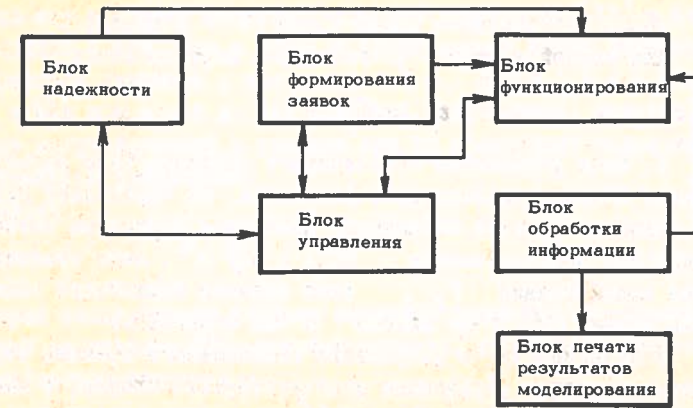


Рис.4. Блок-схема моделирующего алгоритма

окончания обслуживания заявки очередным агрегатом; выхода заявки из сферы обслуживания из-за превышения допустимого времени пребывания в системе.

Назначение блоков моделирующего алгоритма следующее:

1. Блок надежности определяет моменты первых и последующих отказов и восстановлений элементов диспетчерского пункта, участвующих в решении оперативных задач, а также время ближайшего события (отказ или восстановление) и элемент, у которого оно должно произойти.

Моменты поступления отказов и восстановления определяются в соответствии с формулами (2,3).

2. Блок формирования потока заявок осуществляет генерацию заявок на протяжении всего цикла работы модели. Цикл работы модели по условиям построения может быть разбит на несколько этапов, каждый характеризуется набором классов заявок, обслуживаемых на нем.

Момент появления новой заявки  $j$ -го класса на этапе определяется по формуле (4).

Для первой заявки  $j$ -го класса  $i$ -го этапа

$$t_{ji}^i = T_{kzi-1} + \tau_j^i, \quad (5)$$



выражающих связи между объектами классов (I), и дан набор значений

$$c_1(a_{q_1}), c_2(a_{q_2}), \dots, c_k(a_{q_k}) \quad (7)$$

конкретных объектов из соответствующих классов. Тогда под вычислительной задачей будем понимать требование отыскать по формулам (6) значение  $X$  некоторого объекта из класса с признаком  $A_p$ , связанное со значениями (7). Величины (7) будем называть данными задачи, значение  $x(A_p)$  — неизвестной величиной (искомым), а совокупность данных и искомого — условием задачи\*.

Обычно при решении вычислительной задачи человек применяет некоторый оператор  $M$ , который дает возможность решать задачу не путем прямого перебора известных формул, а, исходя из некоторых признаков, содержащихся в задаче, помогает существенно сузить область поиска. Этот оператор будем называть оператором выбора. В простейшем случае в функционировании оператора  $M$  можно выделить следующие этапы.

1. Применение к условиям задачи, что запишем так:

$$M\{x(A_p); c_1, c_2, \dots, c_k\} \quad (8)$$

(здесь значения (7) записаны без соответствующих признаков).

2. Выбор по признаку  $A_p$  из множества (6) одной из формул

$$f_{p1}, f_{p2}, \dots, f_{pn_p}, \quad (9)$$

в левой части которой стоит переменная с данным признаком  $A_p$ . Пусть из каких-то соображений оператор  $M$  выбрал из множества (9) некоторую формулу  $f_{pe}$ . Поскольку

$$x(A_p) = f_{pe}\{x_1(a_{y_1}), \dots, x_r(a_{y_r})\}, \quad (10)$$

то после подстановки выражения (10) в (8) получим

$$M\{f_{pe}[x_1(a_{y_1}), \dots, x_r(a_{y_r})]; c_1, c_2, \dots, c_k\}. \quad (11)$$

\* Если при заданных значениях (7) можно, исходя из выражения (4), указать последовательность операций, ведущих к нахождению  $x(A_p)$ , то тем самым можно определить некоторый оператор (алгоритм) нахождения неизвестного, т.е. операторные задачи можно рассматривать как частный случай вычислительных задач.

3. Замена в выражении (II) неизвестных, имеющих признаки известных величин (7), и применение к оставшимся неизвестным оператора  $M$ .

Задача считается решенной, если в результате последовательного применения оператора  $M$  правая часть выражения (4) будет содержать только некоторое подмножество формул (6) и известные величины. Тогда, применяя эти формулы к известным величинам, можно найти значение  $x(A_p)$ .

Следовательно, оператор  $M$  может значительно сократить перебор формул при решении задач, поскольку на каждом этапе решения при его использовании нужно выбрать формулу не из всего набора (6), а только из одной его строки.

На самом деле, при поиске формулы, нужной для решения задачи, используются не только признаки искомого, но и признаки данных величин. Это ведет к дальнейшему сужению области поиска формул, потенциальное использование которых возможно в данной задаче.

На основе сказанного можно заключить, что при решении задачи ведущим фактором является узнавание признаков применимости тех или иных формул (алгоритмов, операторов). Процесс решения задачи может быть разбит на следующие этапы: узнавание признаков применимости тех или иных формул, выбор формул по найденным признакам и проверка правильности выбора (попытка получения искомого по выбранным формулам). Рассмотренный выше оператор  $M$  дает возможность реализовать второй и третий этапы решения при условии, что уже найдены соответствующие признаки применимости. Однако во многих задачах именно нахождение этих признаков и составляет наиболее трудный момент решения.

В так называемых шаблонных задачах обычно легко вычлениаются необходимые признаки и все решение сводится к выбору формул по найденным признакам. Решение таких задач не вызывает особых трудностей, даже если в них используется длинная цепочка формул. Поэтому представляется разумным считать, что при известных признаках применимости число формул, используемых в задаче, определяет не ее трудность (сложность), а ее громоздкость, т.е. "длину" некоторой вычислительной процедуры. (В частности, можно решать задачу и прямым перебором всех известных решающему формул — операция громоздкая, но несложная и доступная вычислительной машине).

Таким образом, можно сделать вывод, что оператор  $M$  может функционировать только в том случае, если существует некоторый оператор  $T$ , который узнает признаки применимости формул. Этот оператор будет называться оператором узнавания.

Оператор  $T$  может иметь различную природу. Например, в достаточно простых случаях это может быть некоторый алгоритм распознавания. Однако маловероятно, что при решении задач человек всегда пользуется некоторым алгоритмом распознавания, поскольку, чтобы применить этот алгоритм, нужно узнать признаки его применимости, т.е. может возникнуть целая иерархия признаков, по которым отыскиваются алгоритмы, которые, в свою очередь, ищут признаки применимости алгоритмов распознавания и т.д. Очевидно, что человек, решающий задачу, должен в какой-то момент увидеть некоторый признак непосредственно, без использования алгоритмов поиска. И этот момент непосредственного видения признаков зачастую является наиболее сложным, особенно если в условии задачи соответствующий признак явно не приведен.

Пусть, по условиям задачи, искомый объект может быть одновременно отнесен к любому из классов (5), поскольку он обладает всеми признаками (3). Предположим, что искомый объект в условии задачи фигурирует с признаком  $Aq$ , а для решения достаточно обнаружить, что он имеет признак  $Ap$ . Тогда задачей оператора  $T$  будет отыскание (узнавание) признака  $Ap$  и сложность задачи будет определяться сложностью отыскания этого признака. Вероятно, сложность последнего зависит от степени тренированности решающего на узнавание этого признака и от того, насколько неожиданно появление этого признака в задаче. В настоящее время стратегия поиска нужного признака пока не известна, хотя и имеются некоторые рецепты. В частности, одна из эвристических рекомендаций состоит в том, чтобы при решении сложной задачи всячески изменять ее формулировку [14]. Очевидно, что переход к эквивалентной формулировке может выявить те признаки, которые необходимы для решения, но явно в условии не содержатся.

Признак, указывающий на возможность применения той или иной формулы, может быть достаточно сложным. Именно сложность нахождения признака или совокупности признаков, достаточных для определения формул, ведущих к решению, и характеризует сложность решения задачи. Решающий может видеть различные компоненты признака и не видеть его в целом, а поскольку именно

видение признака в целом является необходимым условием, определяющим возможность применения определенных методов (формул, алгоритмов) для решения задачи, то именно этот момент является решающим — это и есть момент "озарения". После того, как оператор  $T$  выдал некоторое решение, включается оператор  $M$  и идет проверка правильности найденного признака, найденной "идеи".

Из всего сказанного следует, что неумение решить поставленную задачу зависит, по меньшей мере, от трех факторов: неумения выделить признаки применимости тех или иных алгоритмов (методов, операторов), неумения выбрать нужный алгоритм из некоторого множества алгоритмов, соответствующих найденным признакам применимости, и от неумения выполнить найденные алгоритмы. Особенно важными знания факторов, влияющих на возможность решения задачи, и умение обучить владению ими становятся в тех случаях, когда приходится решать задачи в условиях дефицита времени, например в аварийной ситуации. Анализ деятельности оператора в аварийной ситуации показывает, что ошибки в его действиях могут зависеть от любого из трех перечисленных факторов: возможны неузнавание признаков применимости (особенно при большой неожиданности их появления), неумение найти нужные операции (вплоть до отказа от поиска) и неумение автоматически выполнить найденные операции [15]. Если обучение последнему из перечисленных факторов в настоящее время достаточно хорошо разработано, то первым двум уделяется еще недостаточное внимание.

#### Л и т е р а т у р а

1. Надежность комплексных систем "человек — техника". Материалы ко Второму Всесоюзному симпозиуму по надежности комплексных систем. 16–19 июня 1969 г., ч. П. Л., 1970.
2. То же, ч. Ш. Л., 1970. (См. также А.И. Г у б и н с к и й. Основные понятия и методы количественной оценки систем "человек — техника". Л., 1968. (ВВМИОДУ им. Ф.Э. Дзержинского).)
3. Н и к о л а е в В.И. Контроль работы судовых энергетических установок. Л., "Судостроение", 1965.

4. У л ь я н ч е н к о Е.Ф. О времени решения задач оператором. - В сб.: Вопросы военно-инженерной психологии, вып. I. Харьков, 1968; см. также: "Вопросы психологии", 1969, № 6.
5. З е й г е л ь, В о л ь ф. Метод оценки вариантов построения системы "человек - машина". - "Зарубежная радиоэлектроника", 1962, № 8.
6. "Operations Research", 1961, № 2.
7. К о в а л е н к о И.Н. Некоторые задачи массового обслуживания с ограничением. Теория вероятностей и ее применение. 1961, т. VI, вып. 2.
8. В е н т ц е л ь Е.С. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962.
9. Инженерно-психологические требования к системам управления. М., 1961. (ВНИИТЭ).
10. Е р м о л ь е в Ю.М., М е л ь н и к И.М. Экстремальные задачи на графах. Киев, "Наукова Думка", 1968.
11. Ц ы п к и н Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М., "Наука", 1968.
12. Б у с л е н к о Н.П. Моделирование сложных систем. М., "Наука", 1968.
13. П у ш к и н В.Н. Оперативное мышление в больших системах. М., "Энергия", 1965.
14. П о й я Д. Математическое открытие. М., "Наука", 1970.
15. З а в а л о в а Н., П о н о м а р е н к о В. Влияние стресса на характеристики деятельности оператора. - "Техническая эстетика", 1969, № 7.

## Г л а в а IY

### ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

#### I. Анализ роли зрительной системы в процессах решения

Представители различных психологических направлений вновь обращаются к исследованию образных явлений. По меткому замечанию Р.Хольта, "образы возвращаются из изгнания". Возобновление интереса к этой теме имеет свои основания, о наиболее существенных целесообразно упомянуть. Прежде всего интерес этот связан с выяснившейся несостоятельностью бихевиоризма и близких ему физиологических теорий объяснения сложных форм поведения и психической деятельности. Пренебрежение феноменальным миром человека стало тормозить развитие психологической теории и ее прикладных областей. С особой очевидностью это проявилось в инженерной психологии, а также в области моделирования и машинной имитации высших психических функций.

Совершенно естественно, что модели психического, построенные на основе бихевиористических представлений, отражали дефекты теоретических конструкций этого направления. Поражают своей наивностью модели творческой деятельности, разного рода "универсальные решатели проблем", эвристические программы и т.п. Объект моделирования - творческая деятельность человека - во всех случаях подменяется практическими задачами, решение которых требует больших комбинаторных способностей. Вычислительные машины можно упрекать, в первую очередь, в отсутствии непосред-



ственного контакта с реальностью, с предметным миром, но не в недостатке комбинаторных способностей. Однако часто забывают о том, что машина манипулирует вторичным или третичным отображением реальности. Серьезный недостаток этого отображения состоит в том, что в него включается информация, релевантность которой задается человеком.

Контакт с реальностью представляет собой важнейшее условие любого творчества, в том числе и связанного с деятельностью оператора в человеко-машинных системах принятия решений. Зрительные образы в известном смысле есть первичное отображение реальности, хотя, естественно, оно несет на себе печать прошлого опыта индивида, прежде всего перцептивного научения. Оператор системы управления вынужден (как и ЭВМ) работать со вторичным или третичным отображением реальности. Иными словами, он работает в условиях, которые в принципе могут провоцировать непредметные формы восприятия несмотря на то, что человек способен сохранять свойство предметности восприятия даже тогда, когда он лишен непосредственного контакта с реальностью. Если машина, манипулируя вторичным отображением, обладает крайне ограниченными возможностями для корректирования этих манипуляций посредством соотнесения отображения и реальности, то для человека такое соотнесение является скорее правилом. Это обстоятельство должно учитываться при разработке любых способов согласования человеческих и машинных операций при организации взаимодействия человека и ЭВМ.

В психологических исследованиях процесса научного творчества эта особенность деятельности отмечалась неоднократно. Ученый, работающий со вторичным отображением реальности, — с символами, моделями, понятиями — вынужден возвращаться к реальности, преобразовывать абстрактные оперативные единицы восприятия и памяти в более конкретные и детальные образы. Поэтому психологи не раз отмечали существенность вклада, вносимого зрительной системой в процесс творчества, в решение проблемных ситуаций. О.Зельц в качестве важного этапа решения задачи вводил процесс визуализации проблемной ситуации, или проблемного комплекса. М.Вертхеймер, подробно описавший процесс своего решения геометрической задачи, указывал, что новая идея появилась у него не как некое предложение или утверждение, а как

проникновением взглядом в структуру проблемы, природу ее внутренних связей. После шести недель напряженной работы он развил у себя способность визуализировать сложные пространственные образы, мысленно объединять и сопоставлять их. Общеизвестны ответы А.Эйнштейна на анкету Ж.Адамара. Эйнштейн писал, что в качестве элементов мышления у него выступают более или менее ясные образы и знаки физических реальностей. Эти образы и знаки как бы произвольно порождаются и комбинируются сознанием. Очень характерно, что Эйнштейн к числу первоначальных элементов мышления относил не только зрительные, но и элементы некоторого мышечного типа. Перечень подобных высказываний можно было бы продолжить. Однако уже из этих высказываний следует, что ученые испытывают не только, а может быть, и не столько, муки слова, сколько муки визуализации и порождения образа. Естественно, что эти последние процессы нельзя отрывать от слова, от логических конструкций и схем мышления. Не следует думать, что первичное отображение реальности представляет собой буквальную ее копию. Многочисленные исследования процессов восприятия и памяти, выполненные А.В.Запорожцем, П.И.Зинченко, А.Н.Леонтьевым, Ж.Пиже, А.А.Смирновым и другими, свидетельствуют о том, что образы и воспоминания имеют различную структуру в зависимости от состава перцептивных и познавательных действий и от алфавита оперативных единиц восприятия и памяти, которыми владеет субъект.

Возникает вопрос: какие свойства зрительной системы делают ее важнейшим средством творческой деятельности? Главное преимущество визуализированного зрительного образа, по сравнению со слуховым или двигательным, состоит в субъективной simultанности и широте охвата отображенной в нем ситуации. Зрительное представление, так же как и зрительное восприятие, создает впечатление simultанности, что очень важно с точки зрения одномоментного или мгновенного проникновения в суть проблемы. По существу, зрительная система создает некоторое подобие визуализированной концептуальной модели проблемной ситуации. И если ей эта задача оказывается не под силу, приходится строить физическую модель. Не менее важным преимуществом зрительной системы является манипулятивная, или комбинаторная, способность. Начало экспериментальному исследованию этой способности было положено В.П.Зинченко и Н.Ю.Вергилесом [1].

Любой внимательный исследователь онтогенеза человеческого поведения отмечает, что на самых ранних стадиях развития ребенка невозможно расчленить перцептивные, мыслительные и исполнительные акты. Особенно очевидна связь восприятия и действия в первые месяцы жизни. По данным Ж.Пиже, подтвержденным позже Д.Брунером [2], ребенок шести-семимесячного возраста испытывает большие трудности в дифференциации образа и двигательного акта. Для того, чтобы отыскать предмет, исчезнувший из поля зрения, ребенок совершает действия, соответствующие этому предмету. Со временем восприятие приобретает определенную автономию от действия. Аналогично обстоит дело и с мышлением. Эта генетическая связь перцептивных, мыслительных и исполнительных актов часто забывается не только отдельными исследователями, но и целыми научными направлениями и школами. В результате мышление исследуется без поведения, а поведение без мышления, или навыки изучаются без восприятия, а восприятие без исполнительного действия.

Этому можно найти достаточно убедительные основания в экспериментальной психологии. Тем не менее следует ответить на вопрос, насколько целесообразно сохранять на нынешнем этапе развития психологической науки резкие грани между перцептивными, мнемическими, мыслительными и исполнительными актами. Сейчас, правда, наблюдается постепенное стирание этих граней, идущее одновременно по нескольким линиям.

Приведем несколько примеров исследований в области познавательных и исполнительных процессов на одной методической основе.

Существенное продвижение в решении такой проблемы, как формирование произвольных движений и навыков, было достигнуто лишь после преодоления разрыва в изучении алфавита образов и моторного алфавита. Исследования А.В.Запорожца [3] показали, что ключом к проблеме формирования навыков является изучение ориентировочно-исследовательской и перцептивной деятельности, в результате которой формируются перцептивные образы, регулирующие исполнительные акты. Однако тесная связь между перцептивной деятельностью и навыками видна лишь на стадии их формирования. Когда навыки сформированы, перцептивные акты явно не участвуют в их реализации и конкретные формы регуляции навыков со стороны образа становятся все менее очевидными.

Исследованиями П.Я.Гальперина [4] установлено, что в основе умственной деятельности лежат различные виды ориентировочно-исследовательских и практических действий. В специальной литературе нередко можно встретить обсуждение проблемы взаимоотношений и связей между внешней и внутренней деятельностью. А.Н. Леонтьев [5] дал краткую характеристику попыток решения этой проблемы и подчеркнул значение взаимопереходов и взаимопревращений внешней, материальной, практической деятельности и деятельности внутренней, идеальной, мыслительной. На основании современных психологических и генетико-эпистемологических исследований Леонтьев приводит убедительные доказательства генетической связи внешней и внутренней деятельности.

Однако и в этом случае развитый интеллектуальный акт как бы утрачивает связь с реальностью и не сохраняет видимых следов ориентировочной или практической деятельности.

Формирование перцептивного образа ситуации и тех действий, которые должны быть в ней произведены, не только предваряет выработку двигательных навыков, но и само осуществляется при непрерывном участии моторики. Именно в силу этого обстоятельства в последнее время все шире используется понятие "перцептивное действие". Вместе с тем другие процессы, например, так называемое симультанное опознавание, не могут рассматриваться как действия или своеобразные навыки (сколько бы ни говорилось о перцептивном научении), пока не будет обнаружен и изучен моторный алфавит, на базе которого они реализуются.

В приведенных примерах обращает на себя внимание тот факт, что взаимодействие между познавательными процессами отчетливо наблюдается лишь на стадии формирования. В развитых формах это взаимодействие если и имеется, то в неявном виде. Леонтьев [5] отмечал, что специфическая особенность многих сложных психических способностей и функций заключается в том, что однажды сложившись, они далее функционируют как единое целое и ни в чем не проявляют своей составной природы. Эти сложные психические процессы имеют характер простых и непосредственных актов. Леонтьев полагал, что сложные психические способности и функции реализуются на базе специальных, складывающихся при жизни функциональных органов. Говоря о формировании последних, он отмечал, что их эффекторные звенья редуцируются, тормозятся и сами выступают в виде внутренних, интрацентральных мозговых процес-

сов. Естественно, что эта так называемая скрытая форма участия действия в восприятии, восприятия в мышлении или мышления в действии чрезвычайно затрудняет исследование психологических механизмов этих процессов. Возникает вопрос, являются ли эти трудности принципиальными или они связаны с несовершенством экспериментальной техники либо с отсутствием адекватных способов расщепления интегральной деятельности на ее составляющие. Мы склоняемся в пользу последнего предположения и в качестве объекта исследования избрали работу зрительной системы.

Наша гипотеза состояла в том, что в ходе развития, совершенствования и усложнения функций зрительной системы неоднократно сменяется не только алфавит образов, но и моторный алфавит. Определенная система действий, имеющих собственные физические характеристики, в равной степени необходима на стадиях симультанного опознавания, воспоминания, воспроизведения и решения задач. Задача состояла в том, чтобы обнаружить эффекторные звенья, или моторный алфавит, различных по сложности функциональных органов.

Было установлено [1,3], что перцептивные действия опираются на собственный моторный алфавит и представляют собой своеобразный саморегулирующийся процесс, обладающий механизмом обратной связи и подстраивающийся к особенностям исследуемого объекта. В результате этих действий формируются перцептивные образы исследуемых объектов, регулирующие исполнительское и ориентировочно-исследовательское поведение. При этом перцептивные действия в своем развитии достаточно далеко удаляются от практических (исполнительских) и приобретают специфические качества.

Из этой концепции следует, что в развитии поведения можно проследить некоторую систему замещений. Практические действия замещаются пробуемыми, ориентировочными, а последние — перцептивными. Каждое новое замещение делает поведение все более адаптивным, расширяет возможности обучения, предвосхищения результатов поведения до его осуществления. При формировании каждого нового замещения используется вначале моторный алфавит предшествующей стадии, затем он совершенствуется и приобретает новые черты. Возможно также и формирование собственного моторного алфавита, более пригодного для реализации задач нового действия. Каждая новая форма действия может рассматриваться по отношению к предыдущей как викарная или замещающая, но не отменяющая ее вовсе.

Возникает вопрос, является ли система перцептивных действий "последним заместителем". Исследование зрительной системы показало, что нет. Перцептивная, мнемическая и интеллектуальная деятельности имеют достаточно сложное строение и в них также, по-видимому, можно проследить своеобразные формы замещений и викарната.

Для проверки этого предположения был проведен цикл экспериментальных исследований работы зрительной системы в условиях стабилизации изображения относительно сетчатки.

Детальное исследование процессов формирования образа, зрительного поиска и опознавания в условиях стабилизации [I] показало, что все эти процессы осуществляются на базе своего моторного алфавита, получившего название алфавита в и к а р н ы х п е р ц е п т и в н ы х д е й с т в и й. Викарные перцептивные действия представляют собой избирательное изменение чувствительности отдельных участков сетчатки, управляемое малоамплитудными движениями глаз. Эти движения совершаются в зоне  $2-4^{\circ}$  либо в виде дрейфа, либо в виде быстрых скачков. Психологически это выражается в возможности перемещения внимания по полю стабилизированного образа. По сути, был обнаружен некоторый механизм, компенсирующий стабилизацию по отношению к анатомической фовеа, который был назван "механизмом функциональной фовеа".

В отличие от внешних перцептивных действий с помощью викарных действий осуществляется съём информации не из внешнего мира, а со следа (с послеобраза или стабилизированного образа), накопленного сетчаткой. Специальный анализ показал, что восприятие стабилизированного изображения идентично восприятию послеобраза. Стабилизированное изображение проецируется на одно и то же место сетчатки, и его проекция не меняется при перемещениях глаза. Аналогично ведет себя послеобраз, который также неподвижен относительно сетчатки. Если бы стабилизированный образ и послеобраз перемещались относительно друг друга, то решение задач в условиях стабилизации было бы невозможно. Восприятие стабилизированного изображения и послеобраза, с нашей точки зрения, представляет собой две фазы одного процесса, а выбор информации в условиях стабилизации и съём информации при послеобразе осуществляются при помощи одного механизма.

Можно сказать, что основная функция викарных перцептивных действий состоит в замещении действий с реальными объектами.

Указанная манипулятивная способность выходит за пределы традиционного понимания функций перцепции. Это позволило сделать вывод о том, что викарные перцептивные действия участвуют в реализации более сложных функций, таких, как воспоминание, визуализация и решение задач.

Изложенные выше соображения дали возможность проверить, не участвуют ли викарные перцептивные действия в процессе решения, не составляют ли они моторный алфавит мыслительных процессов. Гипотеза состояла в том, что роль объекта, пригодного для преобразования, должна выполнять не реальная ситуация, а ее образ, складывающийся либо на стадии проб и ошибок, либо на стадии 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). Иное дело, когда реальная ситуация необходима для контроля целесообразности и адекватности этих преобразований. Объектом такого рода преобразований является образ предмета, который можно включить в новые отношения и которым можно манипулировать с помощью тех же викарных действий. Если это предположение справедливо, то после подготовительной фазы процесса решения, на которой складывается представление об условиях задачи, должна следовать фаза отстройки от ситуации, фаза преобразований 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 биомеханическими, так и функциональными особенностями.

Результаты экспериментального исследования показывают, что перцептивные процессы действительно вносят существенный вклад в процесс решения задачи. Более тщательный анализ глазодвигательного поведения свидетельствует о наличии фаз, или стадий, этого поведения. Первая — внешне выраженные и даже визуально наблюдаемые движения глаз большой амплитуды, с помощью которых осуществляется ознакомление с ситуацией, формирование образа или собственной образно-концептуальной модели этой ситуации у субъекта. Затем наступает следующая фаза. Испытуемый как бы отстраивается от ситуации. При этом процессе наблюдаются дрейфовые движения, совпадающие с мысленным представлением или

визуализацией элементов проблемной ситуации. Именно здесь начинается решение задачи "во внутреннем плане". На этой же фазе посредством викарных действий осуществляется манипулирование образом, или моделью ситуации, направленное на целесообразное и адекватное задаче преобразование и переструктурирование этого образа.

Следовательно, преобразование образа, проводимое посредством перцептивных действий, играет существенную роль в выработке системы действий, которые необходимо произвести для принятия решения или для его реализации. В этом смысле процесс решения действительно представляет собой интериоризованную деятельность, или деятельность с образом ситуации. Осознание, инсайт, открытие — результат этой деятельности, которая, как и всякая другая, должна иметь свой моторный алфавит, чтобы называться таковой. Основные звенья интериоризованной деятельности с образом ситуации экстериоризуются и проявляют себя в системе викарных перцептивных действий и поэтому могут быть исследованы.

Полученные результаты убеждают в перспективности исследования различных моторных алфавитов, участвующих в реализации как простых, так и более сложных информационных процессов.

Переходя к инженерно-психологической интерпретации выказанной гипотезы, необходимо подчеркнуть следующее. Работа оператора с информационной моделью связана с формированием концептуальной модели ситуации. В содержание последней входят некоторый набор, или алфавит образов и моделей реальной и прогнозируемой обстановки, в которой функционирует система управления, и знание совокупности возможных управляющих и исполнительных действий и свойств системы. Чем сложнее задачи, стоящие перед оператором, тем богаче и разнообразнее должны быть его образы и модели реальной обстановки и тем большим набором операций и действий он должен располагать. Поэтому концептуальная модель характеризуется огромной информационной избыточностью, но актуализируются и сознаются в тот или иной момент лишь те образы и схемы поведения, которые связаны с решаемой задачей. Следовательно, оператор непрерывно "манипулирует", по крайней мере, двумя переменными: алфавитом образов и моделей реальной и прогнозируемой обстановки и алфавитом возможных управляющих действий.

Если ситуация знакома, внешняя информационная модель лишь "провоцирует" адекватную ситуации оперативную образно-концептуальную модель. При незнакомой, проблемной ситуации оперативная модель формируется в процессе управления. Тогда в ее содержание входит информация, извлекаемая оператором как из информационной, так и из постоянной концептуальной модели. При этом в ней происходит детерминированное задачей перекодирование и преобразование информации, т.е. приведение ее к виду, пригодному для принятия решения, и развертывание процесса решения возникающей проблемной ситуации. Иными словами, формирование оперативной концептуальной модели в нестандартных условиях, по сути дела, совпадает с процессом принятия решения.

Таким образом, исследование процесса принятия решения едва ли целесообразно ограничивать лишь сферой мышления. По нашему мнению, более продуктивным является включение в контекст принятия решения проблематики, получившей название "информационной подготовки решения". К ней относятся интенсивно ведущиеся экспериментальные работы в области выявления закономерностей формирования образа, опознания, информационного поиска, иерархической системы преобразований (репродуктивных и продуктивных), осуществляющихся в кратковременной зрительной и слуховой памяти и т.д.

В настоящее время разрабатываются все более строгие методы, позволяющие получать не только качественные, но и количественные характеристики перечисленных процессов. В совокупности эти процессы обеспечивают формирование образно-концептуальной модели проблемной ситуации. Без понимания этих закономерностей невозможно исследование и собственно мыслительной деятельности.

## 2. Прием и переработка информации оператором

### Характеристика информационного поиска

Основным видом деятельности оператора АСУ является работа с информационными моделями. Информационная модель представляет собой организованное в соответствии с определенной системой правил и выдаваемое на средства индикации отображение реальной обстановки. В информационную модель вклю-

чаются данные об объектах управления, состоянии внешней среды и самой системы управления, т.е. для оператора она является источником информации, пользуясь которой он оценивает ситуацию и принимает решения, обеспечивающие эффективную работу системы и выполнение возложенных на нее задач.

Информационная модель системы управления представляет собой, таким образом, инструмент, помогающий и позволяющий оператору осуществлять сложнейшие функции контроля и управления. Это качество — служить средством, инструментом для выполнения сложных форм деятельности — является одной из главных характеристик информационной модели. Согласно учению Л.С.Выготского, специфически человеческие особенности психики возникают вследствие того, что прежде непосредственные, "натуральные" процессы превращаются в опосредствованные. Механизмом такого превращения является включение в поведение промежуточного звена, названного Выготским "стимулом-средством". Это звено приводит к появлению нового типа психологических операций, по определению Выготского и Леонтьева — "инструментальных психологических операций". Подобным стимулом-средством, психологическим инструментом, замещающим реальные объекты и помогающим оператору выполнять возложенные на него задачи, является информационная модель АСУ.

При работе с информационными моделями оператору приходится выделять полезную информацию и создавать собственную модель проблемной ситуации (решения и действия). Именно оператор, сообразуясь со стоящими перед ним задачами, осуществляет тонкую селекцию информационных потоков, ведет специальное наблюдение за наиболее ответственными зонами, отсеивает или привлекает дополнительную информацию, иначе говоря, управляет источниками информации и участвует в подготовке исходных данных для принятия решения. Таким образом, на основании анализа информационной модели оператор должен привести в соответствие свою постоянную концептуальную модель обстановки с содержанием текущей, оперативной, информации, т.е. построить оперативную концептуальную модель.

Содержание информационной и концептуальной моделей не совпадает. Концептуальная модель служит основой представления процесса управления, которое вырабатывается у оператора на базе

его знаний, опыта, интуиции. Она является системой образов, представлений, понятий и в этом смысле шире информационной. Но в то же время концептуальная модель уже информационной, поскольку оператор выделяет в ней лишь наиболее существенное информативное содержание, соответствующее стоящим перед ним задачам. Очевидно, что работа оператора будет тем точнее и эффективнее, чем меньшее число преобразований информации придется ему осуществлять для приведения ее к виду, соответствующему оперативным задачам.

Итак, основные функции оператора АСУ следующие:

поиск информации, соответствующей задаче;

приведение информации к виду, пригодному для принятия решения;

принятие решения.

Этот процесс осуществляется с помощью ряда действий или операций по приему и преобразованию информации.

Анализ деятельности оператора в системах управления позволил расчленить ее на следующие основные этапы [6].

1. Восприятие поступающей информации об объектах управления и тех параметрах окружающей среды и самой системы, которые важны для решения задач системы. К этому этапу относятся обнаружение и декодирование информации, выделение из всей совокупности сигналов значимой информации, обнаружение изменений в состоянии управляемых объектов или отклонений от нормальных режимов работы.

2. Переработка информации, т.е. осуществление ряда преобразований, приводящих ее к виду, пригодному для принятия решения. На этом этапе выделяется одна или ряд проблемных ситуаций, происходит их сравнение, выявляются наиболее критические объекты и ситуации и располагаются по степени важности или срочности в очередь для последующего обслуживания.

3. Принятие оператором решения о необходимых действиях на основе данных, полученных в процессе анализа информационной модели и содержащихся в концептуальной модели.

4. Передача информации о решении или осуществление управляющих воздействий.

Первые два этапа представляют собой информационный поиск и являются подготовкой к принятию решения.

При анализе деятельности оператора часто бывает трудно провести четкую грань между информационным поиском, решением задачи и исполнительным действием. Тем не менее такое деление полезно, так как оно позволяет систематизировать факторы, влияющие на успешность работы оператора.

Поскольку большинство систем, работающих в режиме реального времени, являются критичными к фактору времени, основное требование, предъявляемое к деятельности оператора, заключается в ее оперативности. Критерий оперативности — время восприятия, оценки ситуации, т.е. длительность информационного поиска и времени принятия решения. Для реализации этого критерия возможны несколько способов:

использование оптимального способа кодирования информации, передаваемой человеку-оператору;

использование предельно допустимого объема информации, отображаемой в единицу времени, с тем, чтобы он не превышал пропускной способности оператора и не вызывал недопустимых затрат времени на принятие решения;

организация оптимальной структуры информационной модели;

организация специального обучения и тренировки операторов.

Для оценки эффективности решения оперативных задач и для расчета технических параметров систем управления необходимо определить временные характеристики деятельности оператора в режиме информационного поиска.

Известны два типа деятельности оператора в режиме информационного поиска: информационный поиск с немедленным и отставленным обслуживанием [7]. Для первого типа характерно быстрое восприятие и оценка поступающей информации; решение при этом принимается по достаточно простым правилам и не требует учета большого числа переменных. Оператор от восприятия сразу переходит к исполнительному действию. Информационный поиск с немедленным обслуживанием предъявляет наибольшие требования к долговременной памяти: оператор должен помнить систему кодирования объектов, систему связей между сигналами и ответными действиями.

Для второго типа деятельности характерно наличие большого количества информации, и процесс ее восприятия превращается в самостоятельное действие, развернутое во времени и осуществляемое по определенным, заранее заданным или выработанным в процессе работы правилам.

Описанные типы деятельности оператора предъявляют специфические требования к структуре информационной модели. Необходимо определить допустимый объем информации, предъявляемой в единицу времени, режим обновления информации, организацию информационного поля по критериям скорости и точности решения оператором различных задач.

Информационный поиск представляет собой сложный вид деятельности, включающий совокупность задач: пересчет сигналов в информационном поле, или неселективный поиск, поиск и выделение полезной информации, обнаружение изменений в информационном поле, упорядочивание объектов для обслуживания, выделение проблемных ситуаций и т.п.

При выполнении операции пересчета сигналов анализ элементов поля ограничивается операцией обнаружения, выделения их из фона. При операции выделения полезной информации (поиск и пересчет значимых сигналов по заданному эталону) осуществляется сличение элементов информационного поля с записанными в оперативной памяти эталонами. Решение задач обнаружения изменений в информационном поле и выделения проблемных ситуаций предполагает восприятие и переработку предъявляемой информации, формирование концептуальной модели, с которой затем производится сличение при последующем сканировании информационного поля.

Процесс информационного поиска можно представить в виде сканирования поля изображения полупрозрачной маской с прорезанным в ней окном, последовательного перебора всех элементов поля. Сканирование информационного поля "движущимся окном" дает последовательность символов, и на каждом новом шаге развертки производится анализ появляющегося в "движущемся окне" элемента (или элементов). Время сканирования складывается из двух составляющих

$$\tilde{\tau} = T_{\phi} n,$$

где  $\tilde{\tau}$  - время поиска;  
 $T_{\phi}$  - средняя длительность зрительной фиксации;  
 $n$  - число шагов поиска.

За число шагов поиска принимают количество поисковых макро-движений глаза или зрительных фиксаций [8]. Длительность зрительной фиксации является величиной, относительно постоянной для данной задачи и условий восприятия, и не зависит от общего

количества объектов на экране и особенностей отдельных знаков внутри однородного алфавита. Основной переменной, определяющей время выполнения поисковых задач, является число шагов поиска, которое варьируется в зависимости от следующих факторов.

1. Общий объем отображения, или число элементов информационного поля. Количество шагов поиска является функцией общего объема отображения. Зависимость числа шагов, а следовательно, и времени поиска от количества элементов в информационном поле оказывается линейной, и ее вид определяется условиями наблюдения: угловыми размерами знаков, расстоянием экрана от глаз оператора, яркостью изображения, контрастом и т.п.

При выполнении поисковых задач, связанных с нагрузкой на оперативную память наблюдателя (например, при обнаружении изменений в информационном поле), осуществляется многократное сканирование информационного поля. Большой общий объем отображения (более 30 знаков) вызывает недопустимые затраты времени оператора на подготовку к решению (рис. 1.2).

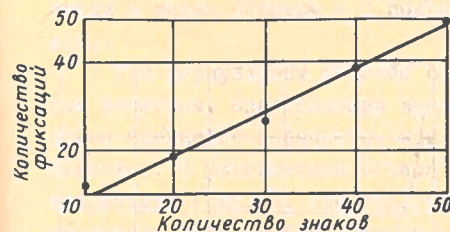


Рис. 1. Зависимость количества зрительных фиксаций в процессе поиска от общего объема отображения

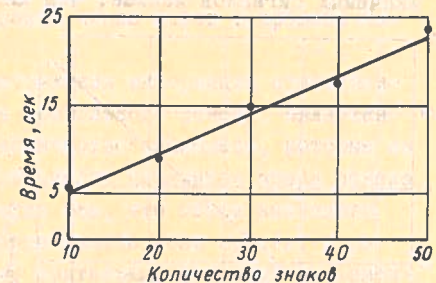


Рис. 2. Зависимость времени зрительного поиска от общего объема отображения

Кроме того, при решении оперативных задач наблюдается тенденция к редукции поиска. Развернутость решения задачи определяется не общим объемом отображения, а системой гипотез, в которых эта задача выступает для оператора. Но и в этих условиях число шагов поиска зависит от общего объема отображения и возрастает с увеличением последнего.

Следует учитывать, что редукция поиска может привести к снижению точности выполнения дополнительных задач, которые могут при этом стоять перед оператором, например обнаружение изменений в информационном поле (рис. 3). Чтобы облегчить опе-

ратору решение вспомогательных задач, необходимо выделить вновь появляющиеся объекты дополнительными признаками, такими, как цвет, яркость или мелькание.

2. Оперативный объем отображения, или число критических знаков, т.е. тех элементов информационного поля, которые относятся к решаемой в данный момент задаче. Число шагов поиска до обнаружения первого критического знака определяется по формуле

$$n = \frac{N+1}{M+1},$$

где  $N$  - число элементов информационного поля;  
 $M$  - число критических знаков.

Время обнаружения первого критического знака уменьшается с увеличением оперативного объема отображения или вероятности его появления (рис.4). Общее время поиска, напротив, несколько возрастает с увеличением числа критических знаков (рис.5). Возрастание времени поиска вызвано увеличением количества зрительных фиксаций. Это обусловлено тем, что объем одной фиксации для значимых сигналов меньше, чем для фоновых.

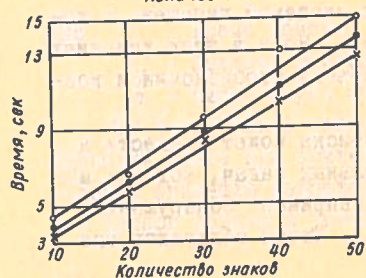
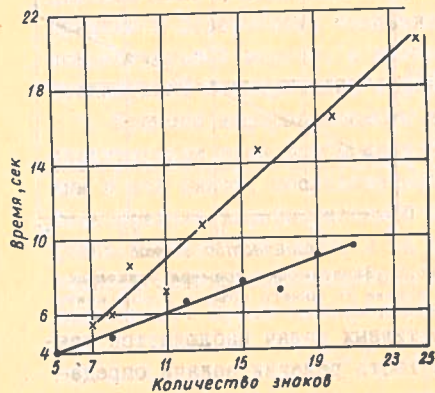
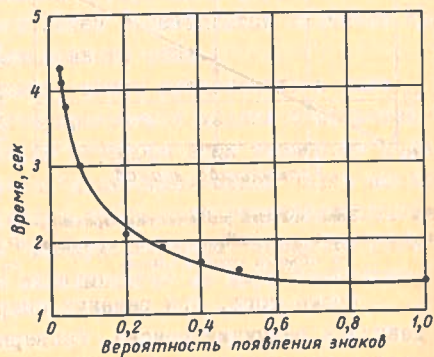


Рис.3. Зависимость времени обнаружения исчезновения объектов (крестики) в информационном поле и появления новых объектов (точки) от общего объема отображения

Рис.4. Зависимость времени обнаружения первого критического знака от вероятности появления критических сигналов

Рис.5. Зависимость времени поиска от числа критических сигналов: для одного критического сигнала (крестики), трех (точки) и восьми (кружки)



3. Размеры оперативного поля зрения. Количество шагов поиска определяется размерами оперативного поля зрения или объемом зрительной фиксации. Оперативное поле зрения [9] есть зона, любое место которой, приняв сигнал, может вызвать одноактное установочное движение глаз. Предъявление значимого сигнала за пределами этой зоны приводит уже к нескольким последовательным операциям со сменой фиксации и скачков. Объем зрительной фиксации превышает область центрального зрения, в пределах которого осуществляется переработка зрительной информации, и может достигнуть IО-II<sup>0</sup>. Существование такой зоны "безошибочного действия" и позволяет рассматривать информационный поиск как сканирование информационного поля полупрозрачной маской (окном).

Размеры оперативного поля зрения являются функцией многих переменных, главные из них связаны с установкой и колебаниями внимания, характером зрительной задачи, особенностями объекта - его яркостью, пространственными свойствами, различимостью и пр. Так, если критический знак обладает различительными признаками, выделяющими его из фона, это приводит к увеличению объема фиксации и таким образом - к сокращению числа шагов и времени поиска.

При формулярном способе отображения информации существенным фактором, определяющим время зрительного поиска, является объем значимого параметра, или количество знакомест, которые он содержит. С увеличением объема значимого параметра время поиска возрастает (рис.6). Это объясняется тем, что объем значимого параметра превосходит размеры оперативного поля зрения, в результате чего увеличивается число зрительных фиксаций на критических формулярах.

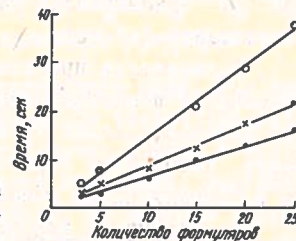


Рис.6. Зависимость времени поиска от объема значимого параметра: для одной цифры (точки), двух (крестики) и четырех (кружки)

Размеры оперативного поля зрения зависят от плотности и группирования элементов в информационном поле. По данным Ю.Б. Гиппенрейтер [10] удельный объем фиксации составляет:



2,0 при 4-элементных группах,  
2,9 при 8-элементных группах,  
1,5 при 12-элементных группах.

Повышение плотности элементов в информационном поле и возрастание плотности фона оказывают качественно различное влияние на время зрительного поиска. Увеличение плотности фона (например, густоты линий карты) вызывает монотонное возрастание времени поиска, а повышение плотности объектов, т.е. степени ограничения их разброса, способствует мобилизации внимания и сокращает время поиска.

Таким образом, при рациональном конструировании средств отображения и устойчивой тактике поиска время поиска является функцией общего объема отображения ( $N$ ), количества критических элементов ( $M$ ), длительности фиксации ( $T_{\phi}$ ), ее объема и оперативного поля зрения ( $\eta$ )

$$\tau_{in} = f(N, M, T_{\phi}, \eta).$$

Если показатель  $\eta$  больше единицы, то время поиска до первого успешного исхода определяется по формуле

$$\tau_{in} = \frac{(N/\eta + 1)}{M + 1} T_{\phi}.$$

При учете инструментальных ошибок эксперимента, латентного периода первого скачка глаза и т.п., формула преобразуется в вид

$$\tau_{in} = \frac{(N/\eta + 1)}{M + 1} T_{\phi} + \Delta,$$

где  $\Delta$  - константа, равная в различных условиях опыта приблизительно 1-2 сек.

Возможность прогнозирования затрат времени оператора на выполнение поисковых задач представляет несомненный практический интерес, однако требует тщательной экспериментальной проверки. Необходимо строгое описание факторов, влияющих на время информационного поиска.

4. Структура информационного поля. При хаотическом расположении большого числа элементов в информационном поле и отсутствии точки отсчета траектория поисковых движений глаз неоднократно пересекает одни и те же участки поля и эффективность

выполнения операций зрительного поиска падает. Специальная организация информационного поля повышает эффективность выполнения поисковых задач.

Расположение знаков в информационном поле оказывает существенное влияние на время их обнаружения: первыми обнаруживаются знаки, находящиеся в верхнем левом квадранте. Это объясняется маршрутом движений глаз при поиске: первый скачок из фиксационной точки идет вверх или в левый верхний угол, затем слева-направо и сверху-вниз.

При большом общем объеме отображения расположение объектов влияет и на точность их обнаружения: объекты, расположенные в левом верхнем квадранте, обнаруживаются с большей точностью, чем находящиеся в нижней части информационного поля.

5. Маршрут движений глаз при зрительном сканировании. Сравнение траектории движений глаз различных наблюдателей и эффективности выполнения ими задачи считывания полезной информации показало, что наиболее предпочтительным следует признать построчное сканирование, т.е. направление движений глаз слева-направо и сверху-вниз, как при чтении. При этом время поиска несколько сокращается (рис.7). Это следует учитывать при расположении объектов.

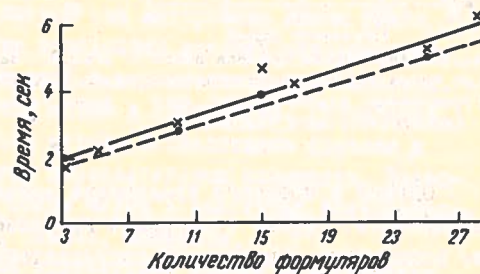


Рис. 7. Зависимость времени поиска от маршрута движений глаз: сверху-вниз (сплошная линия) и слева-направо (пунктирная)

6. Разнообразие элементов информационного поля. При выполнении операции выделения полезной информации увеличение разнообразия знаков приводит к возрастанию времени поиска и частоты ошибок. Разнообразие сигналов затрудняет их анализ, выделение в них "опорных" опознавательных признаков, по которым осуществляется сравнение с эталоном. Этот фактор влияет и на эффективность обнаружения новых сигналов и решения оперативных задач. Скорость и точность выполнения задач определяется эффектив-

ностью деятельности по перцептивной и мнемической организации информационной модели. Эта деятельность облегчается с уменьшением разнообразия элементов информационного поля.

7. Количество эталонов, с которыми сравниваются сканируемые элементы информационного поля.

Поиск по нескольким эталонам является достаточно сложной задачей, время выполнения которой зависит от числа эталонов (рис.8). Оно возрастает, если увеличивается число эталонов за счет средней длительности зрительных фиксаций (так, при поиске по пяти эталонам среднее  $T_{\text{ф}} = 0,56$  сек, по одному эталону - 0,30 сек), а также число шагов поиска (рис.9).

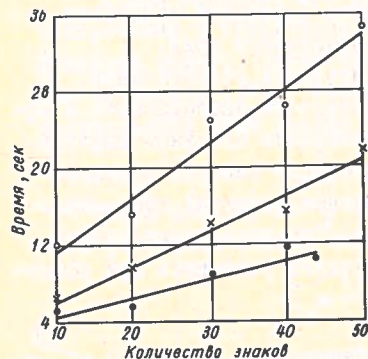


Рис.8. Зависимость времени поиска от числа используемых эталонов до тренировки: одного (точки), двух (крестики) и пяти (кружки)

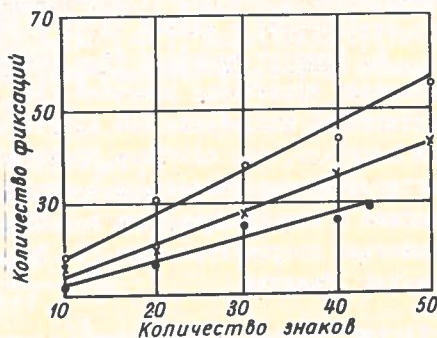


Рис.8. Зависимость количества зрительных фиксаций от числа используемых эталонов (обозначения те же, что и на рис.8)

Однако в процессе тренировки время зрительного поиска сокращается. Эффект тренировки проявляется в формировании более компактных и целостных опознавательных эталонов, по которым осуществляется операция сличения в процессе зрительного поиска. На стадии формирования такого целостного эталона возможно параллельное протекание операции сличения по нескольким каналам.

8. Сложность выполняемой задачи связана с нагрузкой на оперативную память наблюдателя. Увеличение сложности задачи сопровождается возрастанием времени решения за счет числа шагов поиска и длительности зрительных фиксаций, которая варьируется в зависимости от сложности задачи и может быть использована как ее показатель [II].

Очевидно, для повышения эффективности выполнения простейших операций, составляющих содержание деятельности оператора в режиме информационного поиска, достаточно обеспечить хорошую структуру информационной модели. Реализация же критерия оперативности при выполнении более сложных операций требует специальной организации обучения и тренировки оператора.

При изучении деятельности оператора АСУ возникает задача определения оптимальной рабочей нагрузки. Под рабочей нагрузкой понимается количество одновременно предъявленного в единицу времени материала, на котором должно основываться принимаемое оператором решение. Определение оптимальной рабочей нагрузки существенно осложняется временной нерегулярностью поступления информации, характерной для многих систем управления.

#### Операционный состав восприятия и опознания

Анализ процессов приема и преобразования информации, а также информационной подготовки решения приобретает важное значение в настоящее время, когда инженерная психология перешла к новому этапу - к синтезу, проектированию внешних и внутренних средств деятельности в больших системах управления и рассматривает проектирование таких систем как построение новых видов деятельности. В связи с этим необходимо вскрыть операционный состав перцептивной, мнемической и мыслительной деятельности.

Эта проблема не является новой в психологии. Разработка и использование генетического метода исследования привели к постановке проблемы структуры познавательных процессов. Благодаря этому были обнаружены общие черты в некоторых познавательных процессах - восприятии, памяти, мышлении.

Результаты исследований подтвердили мнение о восприятии как своего рода операционной структуре. Были выделены следующие операции восприятия, или уровни перцептивного действия: обнаружение, выделение адекватных задачам субъекта информативных признаков, ознакомление с этими признаками и опознание.

Обнаружение - исходная фаза развития любого сенсорного процесса. На этой стадии субъект отвечает на вопрос: "Есть ли стимул?"

В реальной деятельности наблюдателя операция обнаружения редко встречается в "чистом" виде. Обычно она сливается с опе-

рацией выделения в объекте отдельных признаков, таких, как цвет, яркость, форма и т.п.

В последние годы проблема обнаружения сигнала успешно разрабатывается на основе теории статистических решений. Последняя описывает деятельность идеального наблюдателя, который использует всю передаваемую ему релевантную информацию для вынесения правильного решения. Теория обнаружения сигнала может быть использована при исследовании обнаружения сигнала человеком, так как описываемый в ней идеальный наблюдатель имеет дело с теми же задачами, что и реальный наблюдатель в психофизическом эксперименте. Классические психофизические методы определения порога обнаружения позволяют получить величину, на которой существенно сказывается влияние различных несенсорных факторов. Теория обнаружения сигнала учитывает влияние на успешность обнаружения следующих факторов: информационной емкости стимула, информации, полученной наблюдателем перед предъявлением стимула, свойств сенсорного канала, мотивационных переменных (например, поощрения или наказания, связанного с различными результатами решений наблюдателя).

В некоторых исследованиях, например [12], обнаружение рассматривается как процесс приема очень слабых сигналов, имеющих сложную внутреннюю функциональную структуру. Сигнал, поступающий на сенсорный "вход" человека, подвергается преобразованию и проходит в высшие нервные центры, где декодируется. По результатам декодирования принимается решение, которое затем поступает на "выход". Входной сигнал подвергается действию, по крайней мере, трех видов помех: шумов внешнего канала связи (среда, фон и т.п.), шумов сенсорного "входа" человека (например, "собственный свет сетчатки" или двигательные шумы глаза), шумов проводящих нервных путей.

Следующей операцией восприятия является выделение в объекте информативных признаков и ознакомление с ними. На этом этапе наблюдается детальное обследование объекта. Движения рецепторных аппаратов в процессе обследования воспроизводят свойства воспринимаемого объекта и приводят к снятию слепка, к созданию копии, сопоставимой с оригиналом. Складывающийся в результате образ предмета включает в себя детали в единстве с их отношениями. В зависимости от характера объекта восприятия в этом единстве могут выдвигаться на первый план либо особенности отдельных деталей, либо специфика их отношений.

Таким образом, в результате осуществления операций обнаружения, выделения информативных признаков и ознакомления с ними складывается образ предмета. Однако дело не ограничивается созданием копии, слепка с оригинала. Созданный образ, несомненно, адекватен объекту, поскольку форма деятельности, в которой он сложился, уподоблена форме объекта. Но этот образ в то же время обладает и свойством субъективности. Иными словами, в образе должны быть зафиксированы свойства и признаки, релевантные задачам субъекта. Известно, что не любая получаемая информация релевантна этим задачам; как правило, она должна быть преобразована и приведена к виду, пригодному для учета в поведении. Только в этом случае образы восприятия могут обеспечить оперативную и своевременную ориентировку в ситуации и регуляцию приспособительного поведения. Для реализации критерия оперативности образы должны обеспечивать возможность осуществления различных преобразований, манипуляций. Именно манипулятивность образа является критерием его оперативности, пригодности для решения задач, стоящих перед наблюдателем.

Когда образ сложился, возможно осуществление опознавательного и репродуктивного действия. На первых стадиях опознавательный процесс в значительной степени напоминает процесс ознакомления. В нем также присутствуют такие внешние перцептивные действия, как обнаружение, выделение адекватного задаче информативного содержания. Когда это содержание выделено, начинается сличение и идентификация предъявленного предмета с записанным в памяти эталоном.

Процесс идентификации стимулов в психологии рассматривается в качестве опознания стимула как данного или как операция сличения некоторого стимула с имеющимся либо хранящимся в памяти эталоном. Идентификация представляет собой промежуточное звено между различением и опознанием. Эта операция всегда предполагает дихотомическое деление всей совокупности стимулов на тождественные по всем признакам и нетождественные хотя бы по одному признаку.

При большом числе основных признаков в объекте процесс сличения осуществляется по элементам и длится тем дольше, чем больше таких признаков в объекте или его модели, созданной при ознакомлении. Этому соответствует детальное и как бы повторное

рассматривание объекта. Но по мере усвоения данного алфавита объектов характер опознавательного процесса меняется. Процесс сличения резко сокращается благодаря отсеву избыточной информации, выделению критических и опорных признаков, преобразованию групп отдельных, частных признаков в структурные, целостные.

Результаты экспериментального исследования показали, что эти предварительно выделенные наиболее информативные признаки стимула воспринимаются более отчетливо во время предъявления последнего. Эти признаки лучше сохраняются в памяти испытуемых, в то время как несущественные признаки быстро стираются из памяти или становятся неотчетливыми.

Таким образом, акцентирование внимания наблюдателя на существенных признаках объекта до его предъявления усиливает восприятие этих признаков в период его предъявления и приводит в действие механизм избирательного стирания в памяти (гипотеза "перцептивной настройки").

Редукция числа опознавательных признаков, опорных точек в объекте, создает возможность симультанного опознания. При этом наблюдатель может оперировать одновременно несколькими признаками объекта. Сравнение операций идентификации и опознания одномерных и многомерных визуальных сигналов [13] показало, что и точность, и время реакции при работе с многомерными кодами приближаются к эффективности работы с одномерными стимулами (табл. I).

Таким образом, в процессе опознания наблюдатель не оперирует одними и теми же единицами. Может отмечаться переход к оперированию другим алфавитом, смена оперативных единиц восприятия. Этот вид кодирования, в результате которого у наблюдателя образуются оперативные единицы восприятия или осуществляется переход от единиц низшего ранга к единицам более высокого ранга, В.П.Зинченко и Д.Ю.Панов называют "естественным" кодированием, в отличие от кодирования информации, характерного для автоматизированных систем.

Возвращаясь к вопросу о критериях, которым должна соответствовать модель предмета, или его оперативный образ, можно отметить, помимо обобщенности, пригодности к мысленным преобразованиям, критерий обратимости. Обратимость оперативных единиц восприятия есть возможность воз-

Т а б л и ц а I

Продуктивность\* операций идентификации и опознания при различных категориях и уровнях кодирования

Идентификация		Опознание	
Категория кода	Продуктивность	Категория кода	Продуктивность
Форма + ориентация	2,59	Форма	1,47
Форма	2,26	Размер	1,23
Форма + размер	2,08	Форма + размер	0,66
Форма + размер + ориентация	2,04	Ориентация	0,52
Ориентация	1,67	Форма + размер + ориентация	0,50
Размер + ориентация	0,96	Форма + ориентация	0,47
Размер	0,94	Размер + ориентация	0,33

врата от оперативной единицы высокого ранга к оперативной единице низкого ранга, например, от слова - к букве, от буквы - к составляющим ее линиям и т.п. Это свойство обратимости оперативных единиц используется в случае неуверенного опознания. При наличии сомнения в правильности идентификации происходит возврат от оперативных единиц высокого ранга к оператору, ответственному за оперативные единицы низкого ранга.

Организация стимулов или отдельных элементов стимулов в структуры, в крупные оперативные единицы позволяет увеличить пропускную способность наблюдателя, уменьшить время опознания. Поэтому вопрос о признаках, которыми оперирует человек при выполнении различных перцептивных задач, представляет не только теоретический, но и практический интерес. При проектировании устройств отображения следует учитывать, что алфавит наблюдателя может оказаться на уровне гораздо более крупных единиц по сравнению с теми, которые выделяет на основе рационального, логического расчленения инженер-проектировщик,

\* Продуктивность работы  $\beta$  оценивалась по формуле

$$\beta = \frac{\rho^2}{t^2},$$

где  $\rho$  - вероятность правильных ответов;  
 $t$  - латентный период реакции испытуемых.

и расчеты последнего могут не соответствовать характеру работы опытного оператора. Поэтому при выборе элементов информационной модели следует учитывать, что именно наблюдатель используется в качестве эталонов и в какой степени он владеет системой этих эталонов.

Можно выделить ряд факторов, существенно влияющих на успешность опознавательного действия.

1. Длина ряда предъявляемых альтернативных объектов, или количество элементов алфавита, из которых делается выбор. По словам Дж. Миллера, наблюдатель узнает объект, если последний является одним из двух возможных, но далеко не очевидно, что человек узнает тот же объект, если последний является одним из тысячи возможных. В большинстве случаев трудно или невозможно определить длину алфавита альтернативных объектов. В тех случаях, когда можно это сделать, установлена пропорциональная зависимость между временем реакции выбора и количеством информации на стимул (в условиях равной вероятности предъявления стимулов). Иначе говоря, время реакции выбора пропорционально логарифму числа возможных альтернатив, из которых осуществляется выбор.

2. Степень различия между стимулами. Эффективность опознания зависит не только от числа, но и от характера используемых альтернатив. Когда различие между стимулами невелико, близко к пороговому, то его увеличение приводит к резкому возрастанию точности ответов и к сокращению времени реакции. Далее, чем эта разница больше величины дифференциального порога, тем более плавно и постепенно возрастает скорость переработки информации. Дальнейшее увеличение различия между стимулами уже не повышает скорости переработки информации. Эту пограничную зону называют **оперативным порогом** и определяют как наименьшую величину дивергенции (различия между стимулами), при достижении которой скорость и точность различения достигают максимального значения [14].

3. Характер установки испытуемого. Экспериментально показано, что с помощью установки можно изменять пороги опознания. Поскольку процесс опознания включает категоризацию объекта, отнесение его к определенному классу, то наличие установки, облегчающей классификацию объекта, способствует большей эффективности опознания.

Итак, экспериментальные исследования зрительного восприятия позволили выделить несколько этапов этого процесса. Авторы "Руководства по математической психологии" Льюс, Буш и Галантер так формулируют четыре основных типа вопросов относительно физического стимула, соответствующих различным уровням перцептивного действия:

- 1) есть ли стимул? (задача обнаружения);
- 2) отличается ли данный стимул от другого? (задача различения);
- 3) в чем отличие данного стимула от другого? (задача шкалирования);
- 4) какой из нескольких возможных стимулов предъявлен? (задача опознания).

Эти операции являются, с одной стороны, составляющими процесса восприятия, с другой — каждая из них может быть самостоятельной задачей, представляющей собой цель информационного поиска. Примерами могут служить задачи обнаружения полезного сигнала на фоне помех, поиска критического сигнала по эталону, заданному одним или несколькими признаками, опознания и декодирования предъявленного сигнала, перекодирования получаемой информации и т.п.

Описанные операции перцептивного действия и составляют содержание деятельности оператора по приему и преобразованию входной информации с целью приведения ее к виду, пригодному для принятия решения. Некоторые промежуточные этапы этих преобразований визуализируются, а иногда осознаются как образы реальности, представления, схемы, модели, программы поведения. Этот мир образов, представлений оператора заслуживает самого тщательного изучения. Осознание промежуточных этапов переработки входной информации и описание ее результатов опытными операторами в высшей степени полезно для выбора форм представления информационной модели, в том числе и для выбора способа кодирования информации.

Результатом информационной подготовки решения является построение оперативной образно-концептуальной модели условий задачи. Однако деятельность оператора по преобразованию информации может заканчиваться не только формированием образа, но и порождением нового образа. В ряде случаев порождение нового

образа может совпадать с решением проблемной ситуации. Это достигается путем манипулирования оперативными единицами, входящими в содержание оперативной образно-концептуальной модели.

Рассмотренные особенности процессов приема и переработки информации человеком следует учитывать при построении информационных моделей. Важно подчеркнуть, что информационная модель должна гарантировать осуществление процессов восприятия на достаточно высоком оперативном уровне, т.е. без сложной системы промежуточных этапов преобразований информации. Для этого необходимо прежде всего разобраться в системе преобразований. Исследования зрительной кратковременной памяти дают интересный материал для решения этой задачи.

### 3. Преобразование информации в зрительной кратковременной памяти

В генетических и экспериментально-психологических исследованиях были выделены основные операции, составляющие процесс преобразования информации [15]. К ним относятся: обнаружение, выделение адекватных задач информативных признаков, формирование оперативных единиц восприятия, сличение, идентификация и опознание. Однако, когда в практических целях потребовалось указать предельные возможности человека или дать прогноз относительно затрат времени и точности работы оператора в режиме обнаружения или выделения информативных признаков и сличения, то оказалось, что данных, имеющихся в генетической и экспериментальной психологии, недостаточно. Выяснилось, что генетические исследования выявили лишь ориентировочную макроструктуру отдельных познавательных процессов, в них отсутствовали количественные определения точности и скорости осуществления операций.

На нынешнем этапе развития инженерной психологии, когда центральной ее проблемой является проектирование внешних и внутренних средств деятельности оператора АСУ, необходима разработка новых методов, которые позволили бы получить более полную и количественно определенную характеристику отдельных операций и действий, составляющих тот или иной познавательный процесс, и тем самым дополнили бы результаты, полученные в генетических исследованиях. Начало разработке подобных методов было

положено в интенсивно развивающихся в последние годы исследованиях зрительного восприятия и кратковременной памяти. Эти методы можно назвать общим термином "микrogenетические", предложенным Р.Хейбером. Микrogenетические исследования основаны на нескольких предположениях, вытекающих из информационного подхода к восприятию. Во-первых, перцептивный ответ не является непосредственным следствием стимуляции, он возникает в результате ряда стадий или процессов, каждый из которых требует определенного времени для своего осуществления. Во-вторых, предполагается, что обработка информации ограничена пропускной способностью каналов, информационным содержанием стимулов, прошлым опытом и состоянием наблюдателя. Наконец, предполагается, что перцептивные процессы нельзя изучать независимо от памяти, так как кодирование и сохранение информации происходят на каждой стадии обработки.

Своеобразие микrogenетического метода исследования процессов переработки информации человеком состоит в том, что он позволяет получать количественные параметры (время, последовательность) отдельных операций и действий по преобразованию входной информации. Цель этого метода исследования — составить максимально подробный перечень, или алфавит, преобразований входной информации.

Следующие функции кратковременной памяти наиболее тесно связаны с процессами принятия решения и его информационной подготовки: хранение информации, получаемой зрительной системой, преодоление излишней и избыточной информации, отбор полезной информации, содержащейся в последовательно фиксируемых зрительной системой следах, преобразование и перекодирование входной информации.

Микrogenетические исследования восприятия и кратковременной памяти различных авторов позволили дать содержательную и в ряде случаев количественно определенную характеристику различных функциональных блоков\*, участвующих в информационной подготовке решения.

На основании многочисленных исследований кратковременной памяти, выполненных в различных лабораториях, ниже будет дана

\* Под блоком понимается некоторая единица алфавита преобразований входной информации, в котором может быть описана та или иная функциональная система.

характеристика важнейших функциональных блоков, участвующих в построении оперативной образно-концептуальной модели проблемной ситуации. Прежде чем перейти к этой характеристике, отметим, что реализация принципов микрогенетического исследования сделала необходимым использование "макротехники", т.е. потребовалось совершенно новое оснащение экспериментов по сравнению с тем, которое обычно использовалось при изучении восприятия и кратковременной памяти. Для получения экспериментального материала, необходимого объема, обеспечения широкого варьирования временных режимов предъявления тестового материала, степени его организации и способов предъявления, а также с целью регистрации различных параметров ответной деятельности испытуемых с необходимой точностью были использованы ЭВМ и электролюминесцентные приборы индикации. ЭВМ входила в состав экспериментальных стендов и использовалась для предъявления информации, регистрации ответных реакций, измерения их латентного периода и первичной обработки получаемых результатов. Принципиальная схема опыта во всех сериях, результаты которых будут изложены, была общей и состояла в следующем. Из ЭВМ на электролюминесцентные индикаторы выводилась буквенно-цифровая информация. Испытуемый в соответствии со стоящей перед ним задачей осуществлял необходимые преобразования предъявленной информации и результат этих преобразований вводил в ЭВМ, пользуясь для этого специальным пультом. ЭВМ сличала данные, введенные испытуемым, с требуемыми, проводила первичную обработку этих результатов и хранила их до конца опыта. После окончания опыта ЭВМ выдавала на печать условия эксперимента и регистрируемые параметры.

На рис.10 изображен блок-схема преобразований, осуществляющихся в кратковременной памяти. Ниже будут кратко рассмотрены первые четыре блока этой схемы, а более подробно — следующие, менее известные, но имеющие более непосредственное отношение к проблеме информационной подготовки решения.

**Сенсорная память.** Первым условием формирования образа является отражение и запечатление объекта во всей полноте его признаков, доступных воспринимающей системе, т.е. находящихся в зоне ее разрешающей способности. Такую функцию выполняет блок сенсорной памяти. Для зрительной системы входным воздействием служит местное изменение интенсивности света на сетчатке. Со-

держание сенсорной памяти полностью зависит от зрительной стимуляции, в частности от таких ее свойств, как интенсивность, контрастность, длительность, характер до- и послеэкспозиционного поля, на фоне которого предъявлен стимул. Время хранения в сенсорной памяти невелико, так как она должна быть свободна для приема новой информации. За время одной зрительной фиксации, т.е. за 250-300 мсек, сенсорная память должна наполниться и освободиться для приема следующей порции информации.

**Иконическая память.** По данным ряда авторов, содержание сенсорной памяти через 30-50 мсек попадает в центральную часть зрительной системы в виде следа стимула, его копии, или, как говорит У.Нейсер, в виде иконы, т.е. по содержанию сенсорная и иконическая память неразличимы. Они различаются лишь временем хранения. Время хранения стимула в иконической памяти, по данным Дж.Сперлинга, Г.Г.Вучетич и других исследователей, может достигать 1000 мсек.

Называть образом содержание сенсорной и иконической памяти было бы не совсем точно. Иконическая память — это та же реальность (а не образ), но помещенная в зрительную систему, и именно эта реальность подвергается преобразованиям на следующих стадиях переработки информации.

Способность зрительной системы к хранению всей предъявленной информации связана с явлением зрительного последействия. Существенно, что последействие не зависит от продолжительности экспозиции стимула в диапазоне 40-200 мсек.

Важным свойством зрительного последействия является то, что след фиксирует энергетические характеристики стимула: интенсивность, длительность экспозиции, контраст. В следах записывается и хранится неограниченное количество информации, при этом запись осуществляется "буквально". Именно поэтому таковой вид памяти, который по сути дела

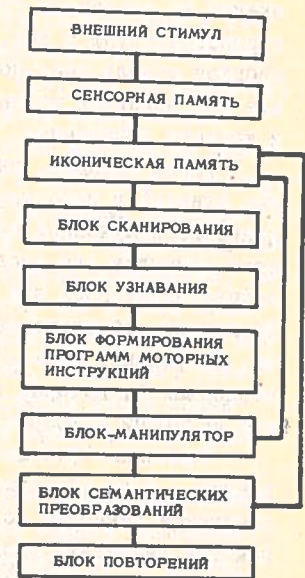


Рис.10. Блок-схема преобразований информации в зрительной кратковременной памяти

представляет собой состояние входа зрительной системы, был назван иконической памятью.

Хранение в иконической памяти всей предъявленной субъекту информации является необходимым условием отбора и последующего запоминания полезной информации. Субъект должен иметь все пространство выбора. Только в этом случае его восприятие и память могут рассматриваться как обладающие способностью к избирательности. Однако хранение всей полученной на входе зрительной системы информации представляет собой полезную функцию лишь в том случае, если время хранения ограничено, но вместе с тем достаточно для извлечения полезной части информации, полученной на том или ином шаге информационного поиска. Образы, отражающие объекты во всей полноте их конкретных признаков, слишком громоздки и мало пригодны для каких-либо преобразований и манипуляций, направленных на решение задачи. Инженерно-психологическая практика оценки информационных моделей, реализуемых на различных устройствах отображения, также убедительно свидетельствует о том, что далеко не всякая детальная информационная модель реальной обстановки создает благоприятные условия для принятия решения и, соответственно, для оперативного и точного управления.

Таким образом, иконическая память осуществляет ряд важных функций в информационной подготовке решения. Во-первых, хранение полученной информации, обеспечивающее все пространство стимулов для последующего отбора релевантной информации, осуществляющегося при помощи других функциональных блоков. Во-вторых, обеспечение непрерывности работы зрительной системы. В-третьих, осуществление контроля адекватности тех преобразований, которые совершаются на других, более высоких уровнях иерархии преобразований входной информации.

Описанные функциональные блоки — сенсорная и иконическая память — были обнаружены сравнительно недавно и интенсивно исследуются немногим более 10 лет. Результаты этих исследований помогли разрешить целый ряд парадоксов, существовавших в науке о восприятии. Например, проблема избирательности зрительного восприятия всегда ставила исследователей в тупик. Каким образом восприятие наблюдателя может быть избирательным, если он не имеет всего пространства выбора, а если и имеет, то причем здесь избирательность? Сенсорная и иконическая память, действи-

тельно, обеспечивают наблюдателю все пространство выбора, при этом время хранения в обоих видах памяти ограничено, но достаточно для того, чтобы наблюдатель извлек 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 его работы, но в данном случае нас больше интересуют функции 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 близким к 1000 мсек, то это значит, 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 ниже. Сейчас отметим лишь, что сканирующий механизм в известных пределах может определять последовательность поступления информации на другие уровни обработки, т.е. он, по-видимому, испытывает на себе влияние вышележащих уровней переработки.

**Буферная память опознания.** До этого блока информация передавалась в том виде, в каком она поступила в зрительную систему. В блоке опознания начинаются выделение информативных признаков, интерпретация и категоризация поступившей в него информации, перевод этой информации на язык оперативных единиц восприятия, которым владеет наблюдатель. Важно подчеркнуть, что в этом блоке происходят 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.

В настоящее время предпринимаются попытки более детального описания функций, которые выполняет буферная память опознания. Ниже будет дана характеристика некоторых функций этого блока.

Условием работы буферной памяти опознания является направленная (параллельная или последовательная) актуализация тех эталонов памяти, которые необходимы для сличения с входными стиму-



лами, и оценка полезности последних. Выбор эталонов из памяти, в принципе, может быть осуществлен при помощи таких операций, как:

- случайный последовательный выбор;
- случайный выбор группы эталонов;
- перебор всех эталонов;
- направленный выбор.

Функция сличения основных признаков эталонов и предъявляемого стимульного материала осуществляется различными способами. Возможно параллельное и последовательное сличение входного стимула с актуализированными эталонами. Для первого способа характерны три варианта:

- параллельное участие в процессе сличения нескольких актуализированных эталонов;
- параллельное включение в процесс сличения нескольких потоков поступающей из иконической памяти зрительной информации;
- параллельное сличение нескольких потоков зрительной информации с несколькими эталонами.

Функция решения о достаточности или недостаточности (достоверности или недостоверности) результатов сличения и, соответственно, решения о выполнении ответного действия.

Функция селекции информации, т.е. оценка степени полезности информации, поступившей в блок опознавания с точки зрения задач, стоящих перед субъектом: отбор полезной и преодоление избыточной информации.

Поражает большая скорость реализации перечисленных функций. Исследования восприятия знаковой индикации показывают, что для безошибочного опознавания сложных знаков, имеющих контур и различные внутренние и наружные детали, достаточно 30 мсек. Правда, такая скорость возможна лишь при работе со знакомым текстовым материалом, т.е. когда наблюдатель пользуется сложившимися оперативными единицами, адекватными предъявленному материалу.

Формирование программ моторных инструкций. Информация, которая признана в блоке опознавания полезной с точки зрения задач, стоящих перед наблюдателем, должна быть переведена на "моторные рельсы" с тем, чтобы ее можно было экстерниоризовать в виде речевых сообщений или других ответных реакций. Здесь речь уже может идти не о следах, а об осознании и об образе как таковом. А.Н.Деонтьев определяет образ как некоторую субъектив-

ную реальность, которая может быть экстерниоризована в системе внешних действий. Нужно сказать, что работу блоков опознавания и формирования моторных инструкций можно разделить лишь условно. В модели кратковременной памяти, предложенной Сперлингом [16], эти блоки не разделяются. Он считает одной из важнейших функций буферной памяти опознавания преобразование информации, доставляемой сканирующим механизмом в программу моторных инструкций. Работа блока повторения и представляет собой выполнение этой программы.

Скорость работы блока сканирования и блока опознавания оценивается Сперлингом одной и той же величиной - 10-15 мсек на символ, но он не указывает, является ли время работы блока узнавания дополнительным или оно совпадает с работой блока сканирования. Во всяком случае, важно отметить, что скорость работы блока опознавания больше чем на порядок превышает скорость работы блока повторения (15 мсек для создания программы моторных инструкций в блоке опознавания и 300-500 мсек для выполнения этой программы). Максимальная скорость работы блока повторения оценивается шестью буквами в секунду, хотя в экспериментах на запоминание чаще бывает скорость около трех букв в секунду.

Различия в скорости работы первых двух блоков и последнего очень велики. Возникает вопрос, для чего нужен такой запас прочности. Можно предположить, что в работе зрительной системы имеются ситуации, когда подобная скорость сканирования оправдана. По-видимому, это ситуации, более близкие 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 моторных инструкций для блока повторения. Особенно ясно это проявляется при анализе информационного поиска, в котором наблюдается 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 моторных инструкций для дру-

гих блоков кратковременной памяти. В то же время едва ли правильным будет считать, что информация, которая не попала в блок повторения, теряется и совсем не используется в деятельности. Именно к такому заключению пришел Дж.Сперлинг в своих первых исследованиях кратковременной памяти. В поздних его исследованиях содержится уже более осторожное указание на то, что неповторенное содержание блока узнавания не становится достоянием сознания. Возникает вопрос, какую позитивную функцию могут выполнять эти потенциальные, избыточные и не реализуемые в блоке повторения моторные инструкции. О том, что эти инструкции действительно могут выполнять определенные позитивные функции, можно судить по так называемому "быстрому чтению", при котором большая часть текста минует блок повторения.

Следовательно, можно отметить, 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: скорость его работы должна быть соизмерима со скоростью блока узнавания; объектом преобразования в этом блоке должны быть невербализуемые программы моторных инструкций.

Блок-манипулятор. При интерпретации блок-схемы, изображенной на рис.10, мы пользовались результатами многочисленных исследований кратковременной памяти. Однако сама методика этих исследований, в том числе и задача, стоящая перед испытуемым, требовала от него выполнения репродуктивных функций. В одних случаях испытуемые должны были полностью воспроизвести весь предъявленный материал, в других - лишь его часть, указанную в послестимульной инструкции; были ситуации, когда выполнение этих задач осложнялось применением маскирующего стимула и т.п. Соответственно, обнаруженные Сперлингом и другими исследователями и описанные здесь функциональные блоки являются репродуктивными и имеют лишь косвенное отношение к порождению нового образа, т.е. 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 для решения поставленных задач. Г.Г.Вучетич провела цикл экспериментов по определению отсутствующего элемента по методике, предложенной Г.Бушке для исследования слуховой памяти. Суть этой методики состоит в том, что испытуемому не нужно воспроизводить последовательно предъявленный ряд символов, а необходимо лишь указать, какая цифра из заранее известного ему набора не предъявлялась. Предъявление осуществлялось в случайном порядке. Методика определения отсутствующего элемента упрощает ответную реакцию испытуемого и сокращает ее время, но вместе с тем требует осуществления достаточно сложных преобразований предъявленной информации. Эти преобразования значительно сложнее тех, которые требуются при методике частичного воспроизведения, а ответная реакция - проще. Испытуемому по методике определения отсутствующего элемента 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 интерстимульных интервалах (ИСИ), равных 1000, 500, 300, 200, 100 и 50 мсек. Время экспозиции каждой цифры было равно 50 мсек. В другом исследовании Вучетич, выполненном совместно с Ю.К.Стрелковым и Е.И.Шлягиной, экспозиция каждой цифры равнялась 10 мсек и использовались интервалы в 60, 100, 140, 180, 220 мсек. Длина ряда варьировалась от 4 до 18 цифр. Рассмотрим лишь результаты, полученные при такой величине ИСИ, когда вся предъявляемая цифровая последовательность не может пройти через блок повторения из-за слишком коротких ИСИ. Например, при предъявлении 10 цифр суммарное время экспозиции и ИСИ будет:  $10 \times 50 + 9 \times 50 = 950$  мсек (опыты Вучетич), а при предъявлении 5 цифр оно составит  $5 \times 10 + 4 \times 60 = 290$  мсек (опыты Вучетич, Стрелкова и Шлягиной). Этого времени явно недостаточно для участия блока повторения в обработке всех цифр.

Результаты, полученные в обоих исследованиях, свидетельствуют о том, что испытуемые в таких условиях успешно выполняют задачу определения отсутствующего элемента. Возникает вопрос о механизме хранения и обработки всего ряда символов при суммарной величине времени экспозиции и ИСИ, равной или меньшей 100 мсек

на один символ. При интерпретации полученных результатов вновь возникает вопрос о существовании некоторого блока, занимающего промежуточное положение между блоками опознания и формирования моторных инструкций и блоком повторения. В описанных экспериментах испытуемые заранее знают все множество цифр, которые могут быть им предъявлены, т.е. эти цифры уже из долговременной памяти попали в промежуточный блок узнавания и находятся в нем в виде потенциальных программ моторных инструкций для блока повторения. Следовательно, формирование таких программ излишне. Задача 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 манипулировать ими с целью упорядочивания случайного ряда. Таким образом, 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.

Основная особенность блока-манипулятора заключается в том, что на выходе из него в блок повторения может поступать новая информация, попавшая в него не из блока опознания, а появившаяся в результате 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. Важная особенность этого блока в том, что информация в него может поступать последовательно и учитываться после начала преобразований уже имеющейся в нем информации. Это обеспечивает непрерывность учета последовательно воспринимаемой информации.

Выше был описан блок-манипулятор невербализованными программами, обнаруженный при исследовании зрительной кратковременной памяти. Этот блок находится после блока опознания. Возможны манипуляции несколько иного рода, осуществляющиеся до блока опознания, но являющиеся важным условием правильного опознания. Эти манипуляции были обнаружены при изучении зрительного восприятия.

В многочисленных исследованиях восприятия было установлено, что предметы, с которыми необходимо согласовать поведение, дают в разных условиях наблюдения совершенно различную сигнализацию, и задача субъекта состоит в том, чтобы ее правильно расшифровать или на ее основе построить перцептивную модель воспринимаемого предмета. Для построения такой перцептивной модели требуется особая деятельность. Многие факты позволяют предположить, что зрительная система обладает возможностями осуществления "манипулятивных" действий, обеспечивающих нормализацию воспринимаемых объектов. Перцептивный образ должен быть инвариантным относительно некоторых, но довольно многочисленных трансформаций стимула. Эта инвариантность может быть обеспечена разными способами: накоплением и сохранением в памяти всех возможных вариантов трансформаций стимула или созданием и сохранением одного или нескольких обобщенных эталонов. В первом случае нужны бесконечная память и бесконечное обучение. Во втором случае возникают трудности иного рода. Как обеспечивается переход от общего к частному? Возможно, что способность манипулирования образом является средством сравнения обобщенного эталона и того или иного конкретного варианта, принадлежащего данному классу. В этом случае задача зрительной системы состоит в том, чтобы видоизменить предъявленный образец до тех пор, пока он не совпадет с эталоном или пока не получится отрицательный результат. Значит, инвариантность должна достигаться в каждом отдельном акте восприятия при помощи трансформаций входного стимула. Способность манипулирования образами позволяет видеть относительно стабильными предметы, находящиеся в различных ракурсах по отношению к наблюдателю.

В процессе перебора отображений зрительная система преодолевает иллюзии, выбирает адекватные образы и непрерывно вносит коррективы в восприятие видимого мира. Восприятие, таким образом, скорее похоже не на слепое копирование действительности, а на творческий процесс познания, в котором, по-видимому, как и во всяком творчестве, присутствуют элементы фантазии и бессознательного [1].

Функция блока манипуляции, состоящая в корректировании, исправлении неизбежных ошибок, вызванных бесконечным многообразием условий существования окружающего мира вещей, и создании адекватных образов, хорошо иллюстрируется опытами с очками, ис-

кажающими зрительное восприятие путем переворачивания изображений, искривления прямых линий и т.п. Когда человек надевает очки, искажающие предметы, и попадает в незнакомое окружение, он постепенно приучается корректировать искажения, вызванные очками, и наконец, перестает их замечать, хотя на самом деле они существуют на сетчатке его глаз.

Манипулятивная способность зрительной системы вносит существенный вклад в информационную подготовку решения, так как при решении любой задачи требуется изменить структуру ее ситуации. Эта же способность может быть причиной искажений информации в условиях дефицита времени. Манипуляции со стимулами совершаются в короткие интервалы времени и детерминированы задачей, стоящей перед субъектом.

Трудно переоценить роль восприятия в решении задач. По-видимому, не существует таких процессов мышления, которые не могли бы осуществляться в восприятии. Такие операции, как активное исследование, отбор, определение главного, упрощение, абстрагирование, анализ и синтез, исправление, завершение, сравнение и т.п., не являются прерогативой мыслительной деятельности, а выполняются на уровне перцепции. Информация, которую человек получает с помощью органов чувств, служит сырьем, предназначенным для критической оценки, просеивания, упорядочивания и хранения. Умственный образ внешнего мира в значительной мере отличается от проекции на сетчатке. Это различие объясняется манипуляциями, происходящими после того, как информация поступила в органы чувств.

Блок семантической переработки информации. Манипулятивную способность зрительной системы крайне трудно отделить от смысловой переработки и перекодирования входной информации.

Во многих ситуациях реальной деятельности зрительная информация перекодируется в вербальную форму посредством операции называния. Стимулы, для которых у субъекта не имеется кода перевода в слуховую память, трудно сохранить в памяти. Большая часть людей испытывает эти трудности при воспроизведении по памяти цвета, вкуса, запаха и т.п. Очевидно, это объясняется отсутствием соответствующих слов или другого кода для удержания стимулов в памяти. Перекодирование из зрительной памяти в слуховую целесообразно, так как слуховая информация имеет большее время хранения, чем зрительная. Исключение составляет лишь не-

большое количество людей, обладающих эйдетической памятью, которые способны сохранять воспринятое изображение в течение длительного времени.

Если подготовку к решению понимать как преобразование входной информации и приведение её к виду, пригодному для принятия решения, то процесс перекодирования выступает в этой подготовке как центральный. Непосредственное, чувственное отражение (независимо от его полноты и детальности) еще не может рассматриваться как достаточно адекватная форма информации, пригодная для принятия решения. Иными словами, образ реальности не всегда может рассматриваться как модель этой реальности, пригодная для мысленного эксперимента, хотя и имеются классы задач, которые могут успешно решаться только в образном плане. Вместе с тем имеется большое число задач, для решения которых необходимы специальные модели. По отношению к этим задачам первичный ("проекционный") образ должен рассматриваться лишь как сырой материал, который должен быть преобразован и перестроен в модель, совместимую с концептуальным отражением реальности. Если такой перестройки не произошло, задача будет решаться методом проб и ошибок.

Процессы перекодирования входной информации являются эффективным средством преодоления информационной перегрузки. Все биологические системы вырабатывают свои средства, препятствующие перегрузке информацией. Чем сложнее система, тем больше у нее таких средств. Дж.Миллер перечисляет следующие механизмы, препятствующие перегрузке [17]:

- 1) отказ от приема информации;
- 2) ошибки в приеме информации;
- 3) задержка ответа на поступающую информацию, когда он откладывается до уменьшения притока информации;
- 4) фильтрация информации;
- 5) приблизительность, когда на две различные категории информации перегруженная система отвечает, как на одну, при этом ответ является приблизительно правильным;
- 6) увеличение количества каналов приема информации, распределяющих ее по подсистемам и благодаря этому снимающих перегрузку с системы в целом;
- 7) децентрализация (частный случай предыдущего);
- 8) избегание ситуации, влекущей за собой перегрузку информации.

Этот перечень, за исключением пунктов 6 и 7, содержит способы, позволяющие избежать информационной перегрузки. Не менее важными являются способы преодоления перегрузки, посредством которых весь поток информации принимается организмом за счет изменения или укрупнения алфавита, т.е. путем перекодирования и введения новых символов.

Каким образом процессы перекодирования могут быть включены в описанную выше схему последовательной переработки информации, без специальных исследований сказать трудно. Блок смысловой переработки, как и некоторые другие блоки, не имеет своего постоянного, четко фиксированного места в иерархической системе преобразования входной информации.

В учетич были обнаружены такие преобразования одних оперативных единиц в другие, которые, так же как и манипуляции с программами моторных инструкций, осуществлялись до того, как информация попадет в блок повторения. Эксперименты проводились с двумя группами испытуемых: экспериментальной, куда вошли опытные программисты, владеющие двоичной и восьмеричной системой счисления, и контрольной, состоящей из испытуемых, не знающих этих систем. Испытуемым на короткое время (от 80 до 1000 мсек) предъявлялись 18 двоичных цифр. Время предъявления было недостаточным для обработки всей предъявленной информации в блоке повторения. Тем не менее испытуемые, владеющие навыком перекодирования, в большинстве случаев правильно воспроизвели весь предъявленный 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 основания для введения еще одного функционального блока - блока семантической переработки невербализованной информации. Этот блок, как и блок-манипулятор, у обученных испытуемых находится до блока повторения, а у необученных - после.

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

Можно предположить, что информация, приведенная к различным оперативным единицам, может поступать в образно-концептуаль-

ную модель реальности из разных функциональных блоков, начиная от блока иконической памяти и кончая блоком смысловой переработки информации и блоком повторения.

Описанные функциональные блоки являются потенциально осуществимыми во время одной зрительной фиксации. Они, по сути дела, представляют собой уровни переработки входной информации, и каждый из них делает свой вклад в ориентацию и информационную подготовку решения.

#### 4. Образно-концептуальная модель как внутреннее средство деятельности оператора

При анализе процессов мышления и особенно процессов оперативного мышления, осуществляющегося в условиях дефицита времени, возникает проблема выявления операций, на базе которых реализуется кратковременное запоминание. Из большого числа функций кратковременной памяти наиболее тесно связаны с процессами принятия решения и его подготовки функции хранения информации, получаемой зрительной системой, функции преодоления избыточной информации и отбора полезной информации, содержащейся в последовательно фиксируемых зрительной системой следах, и, наконец, функции преобразования и перекодирования входной информации. Последняя группа функций кратковременной памяти не может рассматриваться вне проблемы смешения поступающей информации с информацией, хранимой в долговременной памяти.

Все перечисленные функции объединяет их роль в формировании концептуальной модели проблемной ситуации и в порождении нового образа. В экспериментальных исследованиях В.П.Зинченко и его сотрудников [19] установлено, что при достаточной тренированности оператора исходная информация из зрительной кратковременной памяти, минуя слуховую, попадает непосредственно в функциональный блок смысловой переработки. В слуховой памяти фиксируются в этом случае результаты, полученные на выходе из этого блока. Такая организация взаимоотношений между зрительной и слуховой памятью тем более рациональна, что, как отмечалось выше, зрительная система является действительно уникальной с точки зрения одномоментного охвата сложной ситуации и возможностей манипулирования первичным отображением реальности. По нашему мнению, исследование преобразования входной информации

в гипотетическом смысловом блоке, имеющем визуальный вход и вербальный, или двигательный, выход, окажется полезным не только для объяснения механизмов переработки информации в зрительной кратковременной памяти, но и для понимания таких компонентов мыслительного акта, как непосредственное усмотрение, инсайт и т.п.

На основании проведенных исследований преобразований информации в зрительной системе и кратковременной памяти было сформулировано понятие оперативной образно-концептуальной модели (ООКМ). В ООКМ (для оператора АСУ) поступает информация, привлекаемая оператором из информационной модели и с различных уровней иерархии преобразований, осуществляемых, например, в зрительной и слуховой системе человека. Это значит, что в ООКМ может поступать информация как в терминах первичного отображения из иконической памяти, так и в терминах вторичного или *N*-ричного отображения реальной обстановки. Различные оперативные единицы восприятия могут формироваться на разных уровнях информационных процессов. Часто одна и та же ситуация последовательно или одновременно отображается различными оперативными единицами восприятия и образно-концептуальной моделью оператора. По существу, ООКМ представляет собой многомерное отображение реальности, описанное на разных перцептивных, вербальных, символических языках. Каждый способ описания обладает своими достоинствами и недостатками с точки зрения решения стоящих перед оператором задач. Очень часто главная трудность в решении задач связана с нахождением языка, адекватного именно данной проблемной ситуации. Лишь немногие задачи решаются в терминах какого-либо одного языка, используемого человеком.

На настоящем этапе развития науки исследование кратковременной памяти является практически единственным способом экспериментального изучения оперативных единиц восприятия и памяти, т.е. терминов и языков, функционирующих на различных уровнях иерархии преобразований входной информации в зрительной и слуховой системах человека.

Исследование мышления и творческой деятельности невозможно без понимания и изучения всей системы познавательных действий человека, каждый из которых не только готовит творческий акт, но и вносит в него собственный вклад. Изучение онтогенеза и функционального генеза этих действий может пролить свет на ту

сферу творческой деятельности, которая выступает как бессознательная и поэтому не поддается исследованию методами самонаблюдения.

Проектирование операторской деятельности должно опираться на фундаментальные психологические исследования и моделирование высших психических функций – восприятия, памяти, мышления (образного и понятийного), которые являются внутренними средствами, или психологическими инструментами деятельности. К числу таких внутренних средств деятельности относятся опыт, знания, программы и схемы поведения, а также навыки оператора, составляющие в совокупности его профессиональный облик. На основе внутренних средств деятельности формируются постоянные и оперативные концептуальные модели, лежащие в основе процесса принятия решения и управляющей деятельности оператора.

Оператор, использующий арсенал внутренних средств деятельности, опирается на внешние средства, предоставляемые ему конструкторами систем. Это информационные модели, реализуемые на устройствах отображения информации или в форме документа, машинные алгоритмы и другие вспомогательные средства подготовки решения задач, органы управления и средства коммуникации. Можно сказать, что проектирование деятельности заключается в проектировании согласованных внутренних и внешних средств, согласованных концептуальных и информационных моделей, полностью использующих психологические возможности оператора по приему и переработке информации и принятию решения.

В разных условиях центр тяжести этого проектирования может приходиться либо на внешние, либо на внутренние средства деятельности. Существует ряд информационных моделей, которые условно можно назвать моделями-изображениями реальной обстановки. К их числу относятся отображения на радиолокационном экране, аэрофотоснимки, снимки процессов в трековых камерах и др. Эти модели определены имеющимися техническими возможностями сбора первичной информации, поэтому изменение внешних средств деятельности оказывается невозможным. Инженерно-психологические рекомендации по работе с такими информационными моделями касаются условий освещенности, уровня контраста, рабочей позы, режима работы. Основная задача психологов в этих случаях состоит в анализе деятельности и проектировании (формировании) ее внутренних средств.

Существуют и другие информационные модели, в которых оператор имеет дело не с первичной, а с предварительно обработанной информацией, как правило, поступающей на устройства отображения из ЭВМ. В этих случаях разработчики и инженерные психологи имеют большой простор для технической реализации различных типов информационных моделей на устройствах отображения и основное внимание при проектировании может быть обращено на создание адекватных внешних средств деятельности операторов. Это не значит, что внутренние средства оставляются без внимания. Но при работе со вторичными информационными моделями эти средства должны быть иными: они относятся не к перцептивной сфере, а к интеллектуальной, к сфере принятия решений.

В целом, к функциям внутренних средств деятельности оператора, независимо от того, обладает ли он еще и внешними средствами, относятся: формирование или коррекция постоянной и оперативной концептуальных моделей среды (объекта управления), анализ оперативной концептуальной модели и сопоставление ее с эталонной моделью, операции над концептуальной моделью при поиске адекватного задаче решения в проблемной ситуации.

Формирование концептуальных моделей. Общая логика деятельности (как система операций, программ и алгоритмов), направленной на решение задач в сложных условиях, заключается в том, чтобы сформировать такую концептуальную модель, которая обеспечила бы поиск решения или управляющего воздействия. Каким же требованиям должна удовлетворять эта модель? Ответ подсказывает известная в технике систем управления закономерность, заключающаяся в следующем.

Вообще концептуальная модель как отражение среды (объекта управления) может быть описана с помощью разных лингвистических средств, т.е. в терминах разных лингвистических уровней. Используемый для ее формирования лингвистический уровень составляет совокупность терминов (символов), отражающих элементы среды (алфавит объектов), связи между ними (алфавит связей), а также прагматически значимые конструкции или слова из них (словарь). В свою очередь, словарь младшего уровня образует алфавит старшего уровня и т.д. В целом, совокупность лингвистических уровней, в терминах которых описывается среда, образует язык восприятия.

Каждый уровень языка характеризуется степенью абстракции, соответствующей положению (рангу) уровня и иерархии последних. С повышением ранга лингвистического уровня в концептуальной модели отражаются все более существенные параметры объекта управления. Поэтому задача поиска решения требует, чтобы модель строилась в достаточно абстрактных терминах. Иными словами, номер уровня языка, в терминах которого построена концептуальная модель как основа принятия решения, всегда должен быть выше номера уровня, в терминах которого представлена исходная информация. На это указывал, в частности, Ст.Бир.

Итак, одной из центральных во внутренней деятельности человека является задача последовательного перевода концептуальной модели в более абстрактную форму, построение ее в терминах старших лингвистических уровней.

Для реализации этого перевода используется механизм *р а с п о з н а в а н и я*. Сущность последнего заключается в замене определенных структур взаимосвязанных элементов какого-либо уровня концептуальной модели соответствующими терминами, которые служат далее элементами старшего уровня. Таким образом, процесс распознавания есть основа построения иерархической концептуальной модели. Распознавание структур производится с помощью определенных внутренних средств, заложенных в конструкции анализаторов и созданных в процессе обучения.

Процедуре распознавания предшествует операция синтеза, т.е. построение распознаваемой структуры, состоящей в дополнении информации об элементах объекта управления (среды), накопленной в памяти, данными о взаимосвязях этих элементов. Результат синтеза — образование структуры, т.е. фрагмента концептуальной модели. Особенностью внутренних средств, реализующих операцию синтеза, является их непосредственное общение с оперативной памятью, в которой и происходит создание оперативной структуры, предназначенной для распознавания или поиска решения.

Очевидно, что построение концептуальной модели может осуществляться только с помощью механизмов, выполняющих функции поиска и добывания информации об объекте управления (наблюдения). Эти операции реализуют выполнение перцептивных функций. Они определяют состав и содержание познавательных действий, для которых характерны общие закономерности действий вообще, например движений.

Для управления перцептивно-поисковыми действиями используется свой специфический многоуровневый иерархический язык — язык действия. Этот язык описывает управляющие действиями сигналы различной сложности на всех уровнях управления (число уровней языка действий соответствует числу уровней языка восприятия). Вообще, в языке действий задаются аргументы пространств наблюдения и действия и, таким образом, описываются места выборки информации из оперативной памяти — на старших уровнях, или из внешней среды — на низшем уровне.

Перебор терминов — букв и структуры, обозначенной термином-словом, обеспечивает выполнение функции анализа. Характерно, что способность перцептивных операторов к преобразованию параметров в различных пространствах обеспечивает не только поиск и выделение информации, но и преобразование концептуальной модели.

При управлении познавательными действиями тоже происходит смена алфавитов и словарей — уровней языка действий. Однако здесь осуществляется обратный переход — от абстрактных терминов старших, управляющих, уровней к конкретным терминам низших, исполнительных, уровней. При кодировании перцептивных действий происходит процедура, обратная распознаванию. По заданному термину — установке (образу действия) воссоздается целая последовательность более элементарных перцептивных актов. Смысл перевода с абстрактных на конкретные языки ясен: решение, принятое "наверху", должно быть интерпретировано на язык, понятный "низам". Такова краткая характеристика перцептивных средств из "внутреннего инструментария" человека.

Для сравнения концептуальной модели с эталонной необходимо, чтобы они имели идентичные параметры. При несоответствии сравниваемых параметров происходит коррекция концептуальной модели путем добавления (или исключения) ее части. При несоответствии смысловых характеристик необходима переформулировка (смена терминов) концептуальной модели, т.е. составление описания среды (объекта) в знаковых терминах этого или другого уровня. Таков характер внутренних операций, происходящих при сопоставлении фактического состояния среды с требуемым, в результате чего выявляется рассогласование, являющееся основой управления действиями.

Операции над концептуальными моделями осуществляются при построении управляющего алгоритма в тех случаях, когда готовых рецептов действий нет. Они преследуют цель построить такую цепь преобразований исходной ситуации, которая приведет к заданному результату. В общем случае поиск решения в проблемной ситуации носит творческий характер и сопровождается многократным переводом концептуальной модели с одного уровня языка на другой в обоих направлениях.

Главным средством создания нового алгоритма служит последовательное применение определенных перцептивных операторов (из имеющегося множества) к оперативной концептуальной модели. При этом осуществляется пошаговое преобразование последней. Например, человек мысленно может перемещать воображаемые объекты, реконструировать их и т.д. Результат таких внутренних операций над концептуальной моделью оценивается и в случае успеха закрепляется. Таков, в общих чертах, творческий "инструмент" деятельности человека-оператора.

Конечно, на практике не всегда приходится иметь дело с системами, в которых часть внутренних средств деятельности человека передана внешним техническим устройствам. Поэтому грань между внешними и внутренними средствами деятельности человека-оператора условна. Эволюция автоматических средств все больше и больше увеличивает долю внешних средств деятельности за счет внутренних.

Известно, что пропорция между внешними и внутренними средствами деятельности, привлекаемыми для управления какой-то системой, определяется рядом факторов. Один из наиболее общих — сложность концептуальной модели, которую нужно формировать для принятия решения. Ее сложность, в свою очередь, определяется характером среды (объекта управления), количеством лингвистических уровней языка восприятия, объемом алфавитов и словарей, используемых в этом языке. В любой системе управления сложность языка восприятия и сложность концептуальной модели определяют информационную сложность средств деятельности. Это справедливо как для системы управления в целом, так и для отдельных ее уровней.

Рассмотрим некоторые вопросы, касающиеся сравнительных характеристик внешних и внутренних средств деятельности в свете задач их комплексного проектирования. Для примера возьмем от-



дельные аппаратные и алгоритмические средства обработки дискретной информации в АСУ и внутренние, "естественные", средства человека.

Указанные выше функции - синтез структур, распознавание, интерпретация задания в конкретную систему операций, сравнение массивов информации, записанных в памяти, и операции над этими массивами - в той или иной мере реализуются в разных технических средствах обработки дискретной информации. Так, любой накопитель (регистр) с дешифратором на выходе - простейший аналог средств синтеза и распознавания; устройство программного вывода обобщенных данных на средства отображения - более сложный пример синтезатора: всякое кодирующее устройство (шифратор) - примитивный пример средства перевода информации с абстрактного уровня на конкретный. Более сложный пример такого средства - транслятор, записывающий программу действий ЭВМ в доступном ей языке команд по заданию, сформулированном на абстрактном языке, понятном обученному человеку. Во всех этих примерах видно четкое однозначное определение языка, начиная от уровня двоичного алфавита, формы и содержания концептуальной модели, а также всех операций, совершаемых при построении и преобразованиях последней.

В то же время преобладающее большинство внутренних действий человека-оператора не имеет сейчас строгого алгоритмического описания. Это касается структуры его языка, а также структуры функций синтеза, распознавания, перцептивных действий, творчества. Поэтому при комплексном проектировании средств деятельности необходимо исходить из реальных возможностей. Человеку-оператору как обладателю нераскрытых внутренних средств деятельности поручается либо творческий аспект деятельности, связанный с преобразованием концептуальной модели, либо перцептивно-лингвистический: формирование этой модели с помощью аппарата восприятия - действия. Возможна и комбинированная схема взаимосвязей между человеком и техническими средствами. Примером деятельности человека, в основном ориентированной на перцептивно-лингвистическую сторону, является работа с реальным изображением - аэрофотоснимком, экраном РЛС и пр. Эта деятельность не передана автоматам потому, что нет ясного представления о структуре языка восприятия и действия человека. Неизвестны также ни форма, ни содержание концептуальной модели в этой

задаче, ни состав операций восприятия и действия. Пример работы внутренних механизмов творчества - деятельность дежурного диспетчера или командира в опасных ситуациях.

Все изложенное выше показывает, что в проблеме комплексного проектирования внешних и внутренних средств деятельности человека-оператора центральным является процесс разработки иерархического языка для формирования оперативной и неотъемлемой концептуальной модели, в которых должны быть представлены в нужной форме и достаточном количестве все данные, необходимые для принятия решения в заданном классе задач и характеристик объекта управления (среды).

Создание этого языка является основой описания всей иерархической структуры действий, включая ее внешние и внутренние средства. Разумеется, в большинстве случаев необходимо сопряжение существующих технических средств с человеком, однако и здесь лингвистический аспект деятельности должен быть основой, поскольку эффективность и надежность работы человека-оператора при общении с машиной во многом определяется языком, на котором происходит обмен информацией.

## 5. Экспериментальное исследование процесса решения оперативных задач

### Описание и анализ экспериментальных задач

Теоретические положения и фактические данные о фазовой структуре процессов информационного поиска и принятия решений [1] были подвергнуты экспериментальной проверке на материале реальных оперативных задач. Испытуемые решали оперативные задачи, связанные с управлением автономным узлом тепловой электростанции - блоком сетевых подогревателей (БСП).

Основная цель оператора при управлении БСП - поддержание значений выходных параметров (температуры и давления воды) на заданном уровне. Мнемосхема БСП показана на рис. II, а ее описание приведено в [20].

Все элементы контроля и управления - органы управления (задвижки и электродвигатели агрегатов) и параметры (давление, уровень, температура) - пронумерованы в соответствии с избирательными системами управления и контроля, примененными на ТЭЦ-21.

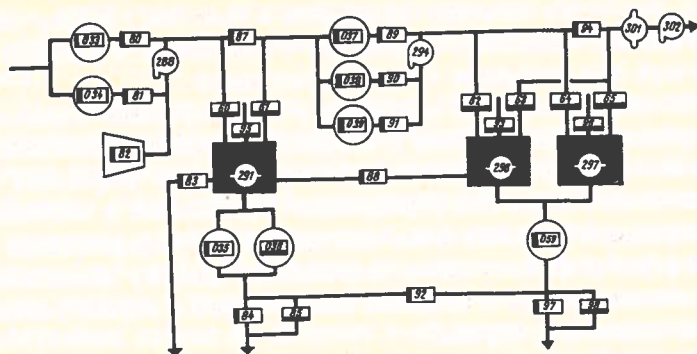


Рис. 11. Мнемосхема БСП ТЭЦ-21 Мосэнерго

На рис.12 представлена структурная схема БСП как объекта управления.

Испытуемым предварительно сообщались только прямые связи. Косвенные и нестандартные влияния должны были отыскиваться ими самостоятельно в ходе решения задач и уточнения концептуальной модели объекта.

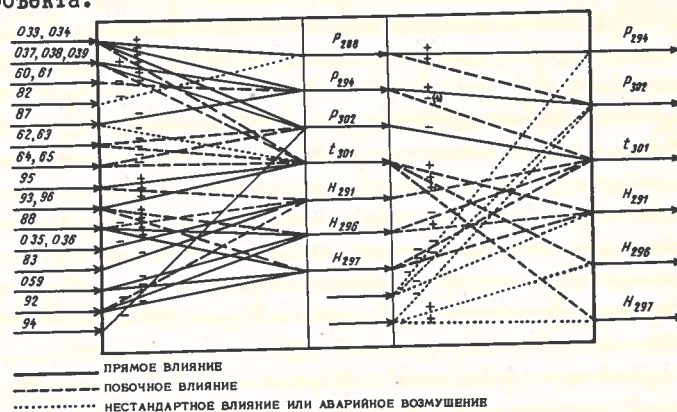


Рис. 12. Структурная схема БСП

Для успешного решения достаточно сложных экспериментальных задач испытуемые подбирались особо. Всего в опытах участвовало шесть опытных инженеров, хорошо разбирающихся в тепло- или радиотехнических схемах, один из них - опытный оператор тепловой электростанции. После предварительных опытов было оставлено

для основной серии четверо испытуемых - два, наиболее хорошо усвоивших приемы оперативного управления данным объектом в предварительной серии (исп. Б. и О.), опытный оператор (исп. Л.) и один испытуемый, не участвовавший в предварительных опытах (исп. Ф.).

Из 16 задач, опробованных в предварительной серии, в основной серии использовалось 11 ( в табл.3 сохранена их исходная нумерация: I-8, II, I2, I4). Задачи составлялись с таким расчетом, чтобы их можно было различать по количественным характеристикам факторов, которые, как показал анализ данных опроса и результатов экспериментов предварительной серии, оказывают наибольшее влияние на процесс информационного поиска [21]. К таким факторам относятся: соотношение общего и оперативного объема информации (общего числа элементов контроля и управления на мнемосхеме и числа элементов, относящихся к задаче), т.е. коэффициент избыточности информации, структура наиболее значимой для данной задачи части мнемосхемы, концентрация в ней информационных элементов, необходимость их упорядочения, а также внутренней перегруппировки в процессе решения и др.

Поскольку в основной серии опытов испытуемым предъявлялась одна и та же мнемосхема, но с разными положениями органов управления, т.е. при различных состояниях объекта, то оставались неизменными существенные для информационного поиска факторы - структура информационного поля, плотность и разнообразие элементов [21]. Общее число элементов на мнемосхеме  $K_0 = 38$ . Предварительная серия, как и более ранние исследования, в которых наряду с полной мнемосхемой БСП (см.рис.12), использовались также сменные мнемосхемы этого объекта [20], выявила существенное влияние этих факторов на решение оперативных задач.

На сложность решения каждой задачи влияют, в частности, следующие показатели (факторы).

1. Число взаимосвязей (влияний) между относящимися к данной задаче параметрами и органами управления -  $K_1$  (определяется из структурной схемы БСП).

2. Число последовательных ступеней влияния, т.е. число звеньев в цепи распространения исходного возмущения и управляющих воздействий -  $K_2$ .

3. Число связей разных типов -  $K_3$ : прямых ( $K_3^n$ ), косвенных ( $K_3^k$ ), нестандартных технологических ( $K_3^T$ ) и нестандартных аварийных ( $K_3^a$ ).

Под прямыми связями понимаются непосредственные связи между входными и выходными (или промежуточными) параметрами. В первом приближении  $K_3^N$  равно числу влияний первой ступени.

Под косвенными связями понимаются побочные влияния изменений входных величин, помимо прямых выходов, еще и на промежуточные параметры.  $K_3^N$  равно числу влияний второй и более высоких ступеней. Примером использования оператором нестандартных технологических связей является применение каналов не по прямому их назначению.

Особое место занимают нестандартные аварийные связи. Эти связи при нормальной работе оборудования никак не проявляются, более того, многие из них заранее не выявляются и разработчиками информационной системы, поэтому никак не отображаются на мнемосхеме, но при авариях они могут играть решающую роль и их поиск в аварийной ситуации, как правило, представляет собой весьма сложную задачу для оператора. Для экспериментальной "аварийной" задачи число нестандартных аварийных связей ( $K_3^a$ ) известно. Предполагается, что выявление испытываемых нестандартных аварийных связей требует специального переструктурирования графического образа объекта и, следовательно, особой фазы в процессе решения задачи - отстройки от реальной мнемосхемы.

4. Отношение общего и оперативного объемов отображения (коэффициент избыточности информации) -  $K_4$ .

5. Число операций в алгоритме решения задачи -  $K_5$ .

6. Число операций в алгоритме реализации решения -  $K_6$ .

7. Число элементов, включенных в данную задачу (оперативный объем отображения) -  $K_7$ . Число критичных элементов -  $K_7'$ .

8. Число элементов, которые должны быть выстроены в очередь для обслуживания, -  $K_8$ .

9. Число элементов, входящих в наиболее крупную оперативную единицу восприятия (по отношению к конкретной задаче), -  $K_9$ .

10. Число оперативных единиц восприятия -  $K_{10}$ .

11. Число оперативных единиц памяти -  $K_{11}$ .

12. Число элементов, входящих в наиболее крупную оперативную единицу памяти, -  $K_{12}$ .

13. Число конкурирующих вариантов решения, которые необходимо "проиграть" и сопоставить по результатам и экономичности, -  $K_{13}$ .

14. Степень неопределенности на данной мнемосхеме связей между критичными элементами ситуации -  $K_{14}$ .

15. Коэффициент интерференции вариантов решений -  $K_{15}$ .

Анализ процессов решения показывает, что если правильное решение задачи скрыто, а очевидными кажутся более привычные (вероятные по предыдущему опыту и по многим элементам возникшей ситуации на объекте), стандартные, но неправильные решения, то поиск решения существенно усложняется.

Попытаемся проанализировать это явление и найти формальное выражение - метод количественного расчета значения  $K_{15}$ .

Как известно, каждое конкретное состояние информационной модели объекта (в данном случае мнемосхемы БСП) может быть выражено перечислением состояний всех его элементов - органов управления и параметров. Такой метод задания состояния моделей объектов, отображаемых на мнемосхемах, обоснован в [20].

Такое перечисление ( $M_i$ ) - это по сути матрица-строка с  $N$  элементами. Вообще говоря,  $N = K_7$  (число актуальных элементов на мнемосхеме объекта).

Существует некоторый набор основных приемов управления объектом. Для опытного оператора решение каждой конкретной задачи сводится к нахождению модификации одного из основных приемов управления, точно соответствующей условиям возникшей задачи. Процесс тренировки можно трактовать как выработку и усвоение основных приемов управления, обучение классификации задач по приемам и нахождению адекватной каждой отдельной задаче модификации приемов управления.

По мере тренировки оператор относит состояния объекта - задачи - к разным классам приемов управления. Обозначим такие классы задач через  $M_j$  и допустим, что их три:  $M_1, M_2, M_3$ .

$$M_1 = \begin{vmatrix} m_1^1 \\ m_2^1 \\ \vdots \\ m_q^1 \end{vmatrix}; \quad M_2 = \begin{vmatrix} m_1^2 \\ m_2^2 \\ \vdots \\ m_r^2 \end{vmatrix}; \quad M_3 = \begin{vmatrix} m_1^3 \\ m_2^3 \\ \vdots \\ m_n^3 \end{vmatrix}$$

Однако этот метод допустим только на стадии обработки данных уже проведенных опытов. В задачах прогнозирования деятельности испытуемых этого делать нельзя, поскольку в процес-

се оценки ситуации и отнесения ее к одному из классов задач испытываемый осматривает, а иногда и ошибочно признает критичными посторонние, irrelevantные данной задаче, элементы.

Допустим, что к определенному моменту обучения оператор усвоил  $q + r + n$  задач и разбил их на три класса  $M_1, M_2$  и  $M_3$ .

Если далее встречается, допустим, задача  $m_2^x$ , то оператор соотносит ее с классом приемов решения  $M_2$  и находит частную модификацию решения  $M_2^c$ .

Математически это можно рассматривать как преобразование матрицы  $m_2^x$  в нормальный (статический) вид  $m_2 = m_2^*$ .

Каждый из классов задач  $M_1, M_2, M_3$  может характеризоваться набором постоянных признаков - неизменных (общих) частей объекта: равенством некоторых столбцов матрицы, а также сходством преобразующих операторов. Например, такие задачи, как регулирование температуры, уровня, давления, пуск агрегатов характеризуются определенными приемами решения и "рассеянием" отдельных ситуаций относительно центров множеств  $M_1^c, M_2^c, M_3^c$ , совпадающих с постоянными и наиболее вероятными элементами по столбцам матрицы внутри каждого класса.

Каждая строка матрицы  $M_j$  может быть представлена как  $2N$ -разрядное двоичное число. Таким образом, каждая строка может быть отображена как точка в  $N$ -мерном пространстве;  $q, r$  или  $n$  точек составят, соответственно, множества  $M_1, M_2$  и  $M_3$ .

Графически (на плоскости, хотя мы имеем дело с многомерными величинами) классы задач можно представить, как области фазового пространства (рис.13), где  $M_1^c$  и  $D_1, M_2^c$  и  $D_2, M_3^c$  и  $D_3$  - центры и диаметры, соответственно, множеств  $M_1, M_2$  и  $M_3$ .

Предположим, что перед оператором возникла новая ситуация  $m_i^x$ , которую он должен отнести к одному из известных классов задач. (Допустим, что  $m_i^x$  действительно принадлежит к одному из известных классов, а не открывает новый для оператора класс, т.е. не является полностью проблемной). На рис.13  $m_i^x$  условно помещена между классами, чтобы наглядно показать, как это вначале представляется оператору.

Координаты центров каждого множества  $M_j^c$  и диаметры  $D_j$  могут быть выражены через условные вероятности соответствия решения  $M_j$  ситуации  $m_i^x$

$$x_{M_j^c} = P\left(\frac{m_i^x}{M_j}\right) \cong \frac{1}{K_j} \sum_{r=1}^{K_j} x_{ir}$$

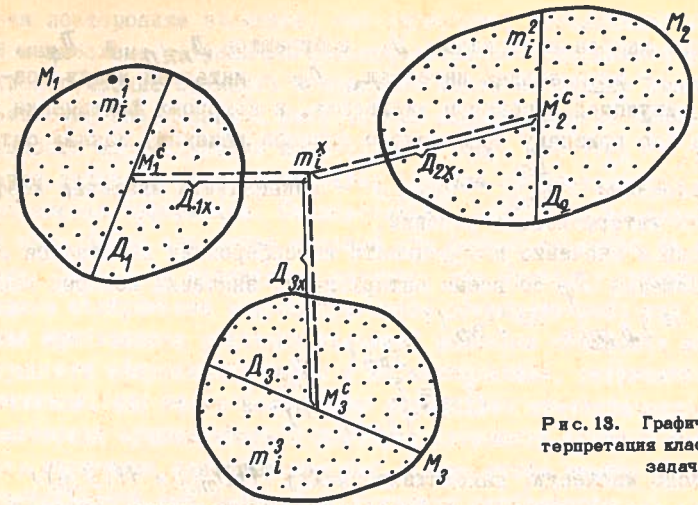


Рис.13. Графическая интерпретация классификации задач

где  $K_j$  - число актуальных (значимых) элементов в строке матрицы  $M_j$ ;

$r$  - номер точки множества  $M_j$ ;

$x_{ir}$  - значение одного элемента в строке.

Так как диаметр  $D_j$  пропорционален мере множества  $M_j$  ( $D_j = \xi M_j$ ), то эту меру можно записать в виде

$$D_{M_j}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{1}{K_j} \sum_{r=1}^{K_j} (x_{ir} - \bar{x}_{ij})^2.$$

Поскольку

$$\bar{x}_{ij} = x_{M_j^c} = \frac{1}{K_j} \sum_{r=1}^{K_j} x_{ir} = P\left(\frac{m_i}{M_j}\right),$$

то

$$D_{M_j}^2 = \sum_{i=1}^n \bar{x}_{ij} (1 - \bar{x}_{ij}) = \sum_{i=1}^n P\left(\frac{m_i}{M_j}\right) N\left(\frac{m_i}{M_j}\right),$$

где

$$N\left(\frac{m_i}{M_j}\right) = 1 - P\left(\frac{m_i}{M_j}\right).$$

По полученным формулам на основе матрицы состояний могут быть рассчитаны координаты центров и меры множеств состояний объекта, соответствующих различным классам решений. Если определяется уровень сложности впервые встретившейся перед испытуемым задачи, характеризующейся ситуацией  $m_i^x$ , то рассчитывается соотношение интервалов между  $m_i^x$  и всеми  $M_j^c$ . Из по-

лученного набора интервалов  $D_j$  выбираются  $D_{min}$  и  $D_{\varphi}$ , где  $D_{min}$  - минимальный интервал,  $D_{\varphi}$  - интервал между возникшей ситуацией и центром множества, к которому фактически относится (по признаку правильного способа решения) данная ситуация. Отношение  $\frac{D_{\varphi}}{D_{min}} = K_{15 min}$  - минимальное значение коэффициента интерференции решений.

Полное значение коэффициента интерференции выражается суммой отношений  $D_{\varphi}$  со всеми интервалами, значения которых меньше  $D_{\varphi}$  - от  $j_{D min}$  до  $j_{D \varphi} - 1$ :

$$K_{15} = \sum_{j_{D min}}^{j_{D \varphi} - 1} \frac{D_{\varphi}}{D_j}$$

Число множеств, находящихся между  $M(D_{min})$  и  $M(D_{\varphi})$ , соответствует условному коэффициенту интерференции, который определяется достаточно просто при малой выборке задач (как в данных экспериментах) и будет использоваться нами в дальнейших расчетах.

На основе экспериментальных данных необходимо определить парные статистические связи относительного уровня сложности различных оперативных задач, выраженного, например, через среднее время их решения, число допущенных ошибок, число фаз ЭОГ или произведение всех этих показателей  $N = t \xi M$ , и отдельными факторами сложности задач ( $K_j$ ). Более полный анализ влияния факторов на уровень сложности оперативных задач может быть получен из уравнений множественной регрессии.

Необходимо различать два ряда значений факторов  $K_j$ : теоретические ( $K_{jT}$ ), характеризующие собственную объективную структуру задачи и рассчитываемые из анализа объекта, протекающих в нем процессов и оптимальных путей воздействия на них, и реальные ( $K_{jP}$ ), получаемые из анализа действий испытуемых (операторов), решающих задачи по конкретному средству отображения информации.

Анализ процессов решения задач по БСП в предварительной серии экспериментов показал, что в большинстве случаев средние реальные значения факторов сложности оперативных задач превышают их теоретические, минимальные значения. Например, наряду с элементами и связями, непосредственно относящимися к определенной задаче, испытуемые регулярно включали в процесс ее ре-

шения посторонние элементы, как оказалось, затемняющие на данной мнемосхеме актуальные (непосредственно относящиеся к задаче) технологические элементы и контуры. Такая наглядная связь на мнемосхеме актуальных и посторонних информационных элементов, трудность их разделения и приводят к тому, что  $K_{jP} > K_{jT}$ , причем величина этого превышения зависит от конкретного способа отображения информации. Следовательно, одна и та же задача может быть более или менее сложной при разных способах ее отображения. Отсюда, в частности, следует, что проблему оптимизации средств отображения информации можно сформулировать как требование приближения реальных значений факторов сложности всей совокупности оперативных задач к их минимальным, теоретическим значениям. Для этого необходимо определить статистические связи показателей деятельности и факторов сложности задач и выявить среди последних наиболее весомые, с тем чтобы именно на них воздействовать при построении средства отображения.

Наиболее просто определяются количественные значения  $K_{jT}$ . Вообще здесь могут широко использоваться методы, разработанные в теории автоматического управления. Для выбранного простого объекта - БСП этот расчет тривиален. Значения  $K_{jP}$  получены на основе опроса испытуемых и их комментариев в ходе решения задач, специально регистрировавшихся в предварительной серии экспериментов.

Приведем пример расчета  $K_{jT}$  и  $K_{jP}$  для конкретной экспериментальной задачи.

Задача № 1. "Перечислить операции по пуску БСП. Выходные параметры БСП - температура (301) и давление (302) - должны иметь средние значения, т.е. должен быть запас по регулированию их величин вверх и вниз".

$K_{1T} = 16$ . Это минимально необходимое число связей, которые должны быть включены в операции по пуску БСП. Однако анализ деятельности испытуемых показал, что  $K_{1P} = 42$ . Из-за структурных особенностей данной мнемосхемы в решение задачи оказываются включенными практически все прямые и косвенные связи (см. рис. 12).

$K_{2T} = 3 = K_{2P}$ . Это максимальное число ступеней влияния (имеется в виду цепочка связей: давление - температура - уровень).

$$K_{3P}^K = 23, \quad K_{3T}^n = 6, \quad K_{3T}^K = 10, \quad K_{3P}^n = 19;$$

$K_{4T} = \frac{40}{23} = 1,7$ ;  $K_{4P} = \frac{40}{35} = 1,1$ . За исключением трех органов управления (85, 92, 98 - см.рис.II), все элементы в среднем принимаются испытываемыми во внимание при решении задачи № I.

$K_{5T}$  рассчитывается непосредственно из оптимального алгоритма решения данной задачи.  $K_{5T} = 2I$ ; среднее фактическое значение  $K_{5P} = 34$ .

$K_{6T} = 16$ ;  $K_{6P} = 18$ .  
 $K_{7T} = 23$ ;  $K_{7P} = 35$  (эти значения подставлены при определении  $K_4$ ).

$K_{8T} = 14$ ;  $K_{8P} = 19$ .

$K_{9T} = 7$ . Состав оперативных единиц восприятия определяется числом элементов в компактных изображениях агрегатов (см.рис.II).

$K_{10T} = K_{10P} = 10$ .  
 $K_{11T}$  приблизительно равно  $K_{8T}$ ;  $K_{11P} = 14$ . Данные по  $K_{11P}$  оказались статистически недостоверны, поэтому значения  $K_{11}$ , как и  $K_9$ , в таблицу не внесены. Это касается и

$K_{12}$ .  $K_{13T} = 1$ ;  $K_{13P} = 3$ . Имеется три различных варианта пуска БСП: при отключенных и включенных подогревателях по воде, часто также ошибочно запускается подъемный насос 035 без включения эжектора 82.

$K_{14T} = I$ ;  $K_{14P} = 6$ .

$K_{15T} = I$ ;  $K_{15P} = 2$ . Более явным является пуск БСП при включенных по воде подогревателях.

Количественные значения  $K_{jT}$  и  $K_{jP}$  приведены в табл.3.

В табл. 2 дана матрица коэффициентов парной корреляции между отдельными факторами  $K_{jp}$ . Тесные статистические связи между факторами, обуславливающими сложность задач, свидетельствуют о том, что могут быть найдены принципы построения средств отображения информации, одновременно понижающие реальные значения целых групп факторов.

Средние показатели решения испытываемыми оперативных задач приведены в табл. 6. В табл. 4 и 5 представлены корреляционные матрицы парных статистических связей факторов  $K_{jT}$ ,  $K_{jP}$  и показателей деятельности, усредненных по первой серии ( $T_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$  и т.д.), второй серии ( $T_2$ ,  $P_2$ ,  $Q_2$ ) и по всем опытам ( $T$ ,  $P$ ,  $Q$ ).

Корреляционная матрица парных связей факторов  $K_{jp}$

$K_{jp}$	$K_{1P}$	$K_{2P}$	$K_{3P}^n$	$K_{3P}^n$	$K_{4P}$	$K_{5P}$	$K_{6P}$	$K_{7P}$	$K_{7P}^n$	$K_{8P}$	$K_{10P}$	$K_{13P}$	$K_{14P}$	$K_{15P}$
$K_{1P}$	I	0,82	0,77	0,94	-0,54	0,91	0,83	0,79	0,80	0,81	0,88	0,64	0,41	0,69
$K_{2P}$		I	0,51	0,87	-0,64	0,68	0,50	0,51	0,81	0,88	0,81	0,69	0,36	0,62
$K_{3P}^n$			I	0,54	-0,43	0,80	0,86	0,50	0,47	0,49	0,67	0,18	-0,04	0,27
$K_{4P}$				I	-0,57	0,79	0,63	0,47	0,81	0,86	0,85	0,78	0,49	0,7
$K_{5P}$					I	-0,43	-0,31	-0,84	-0,5	-0,66	-0,69	-0,31	-0,07	-0,24
$K_{6P}$						I	0,9	0,48	0,85	0,79	0,84	0,59	0,49	0,72
$K_{7P}$							I	0,36	0,62	0,52	0,68	0,25	0,33	0,61
$K_{7P}^n$								I	0,42	0,53	0,62	0,16	0,14	0,22
$K_{8P}$									I	0,94	0,87	0,81	0,67	0,86
$K_{10P}$										I	0,91	0,84	0,50	0,7
$K_{13P}$											I	0,66	0,47	0,69
$K_{14P}$												I	0,56	0,63
$K_{15P}$													I	0,88

Значения факторов сложности

№ задач	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub> <sup>П</sup>		K <sub>3</sub> <sup>К</sup>		K <sub>3</sub> <sup>Т</sup>		K <sub>3</sub> <sup>α</sup>		K <sub>4</sub>		K <sub>5</sub>	
	K <sub>1Т</sub>	K <sub>1П</sub>	K <sub>2Т</sub>	K <sub>2П</sub>	K <sub>3Т</sub> <sup>П</sup>	K <sub>3П</sub> <sup>П</sup>	K <sub>3Т</sub> <sup>К</sup>	K <sub>3П</sub> <sup>К</sup>	K <sub>3Т</sub> <sup>Т</sup>	K <sub>3П</sub> <sup>Т</sup>	K <sub>3Т</sub> <sup>α</sup>	K <sub>3П</sub> <sup>α</sup>	K <sub>4Т</sub>	K <sub>4П</sub>	K <sub>5Т</sub>	K <sub>5П</sub>
1	16	42	3	3	6	19	10	23	0	0	0	0	1,7	1,1	21	34
2	14	20	2	2	4	4	10	16	0	0	0	0	5	2,4	4	4
3	11	12	1	1	6	6	5	6	0	0	0	0	4,4	2,5	5	6
4	16	26	2	3	6	6	10	20	0	0	0	0	3,3	1,1	10	18
5	7	8	1	1	4	5	3	3	0	0	0	0	2,8	3,8	7	8
6	16	20	3	3	6	6	10	14	0	0	0	0	2,2	1,1	8	12
7	9	10	1	1	4	4	5	6	0	0	0	0	2,8	1,1	8	8
8	11	14	1	1	2	2	7	10	2	2	0	0	8	5,5	6	12
II	10	12	1	2	6	6	5	6	0	0	0	0	6,6	3,8	5	6
12	14	34	1	3	4	8	8	22	0	0	2	2	2	1,7	14	26
14	16	26	3	3	6	6	10	20	0	0	0	0	2,8	1,1	10	18

Корреляционная матрица парных связей факторов

Факторы	Характеристики глазодвигательного поведения											
	длительность фаз ЗОГ											
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z
K <sub>1Т</sub>	0,46	-0,09	-0,16	-0,17	0,3	-0,24	0,21	-0,05	0,15	-0,12	0,21	-0,18
K <sub>2Т</sub>	0,56	0,15	-0,33	0,31	-0,1	-0,27	-0,2	-0,57	-0,4	-0,22	-0,16	0,21
K <sub>3Т</sub> <sup>П</sup>	0,37	-0,46	0,2	0,02	0,55	0,2	0,05	-0,66	-0,23	0,02	0,15	0,07
K <sub>3Т</sub> <sup>К</sup>	-0,45	0,02	-0,24	-0,1	0,16	-0,14	0,09	0,03	0,09	0,21	0,23	0,24
K <sub>4Т</sub>	0,16	0,13	-0,31	0,41	-0,56	0,50	-0,41	-0,36	-0,16	0,22	-0,16	0
K <sub>5Т</sub>	0,20	0,15	0,21	0,79	0,72	0,85	0,43	0,26	0,46	0,24	0,66	0,53
K <sub>6Т</sub>	0,50	0,31	0,22	0,79	0,83	0,89	0,32	-0,3	0,39	-0,34	0,73	0,63
K <sub>7Т</sub>	0,39	-0,12	0,23	0,68	0,69	0,76	0,51	0,04	0,39	-0,02	0,42	0,25
K <sub>7Т</sub> <sup>П</sup>	0,52	0,11	-0,11	0,52	0,36	0,52	0,56	0,06	0,48	-0,04	0,14	0,05
K <sub>8Т</sub>	0,49	0,1	0,27	0,62	0,59	0,68	0,59	0,04	0,49	-0,13	0,32	0,14
K <sub>10Т</sub>	0,04	-0,27	0,12	0,48	0,61	0,57	0,47	0	0,38	0,05	0,27	-0,13
K <sub>13Т</sub>	0,27	-0,18	-0,26	0,14	0	0,1	0,22	0,04	0,20	-0,02	0	0
K <sub>14Т</sub>	0,37	-0,29	-0,09	0,23	-0,14	0,12	0,63	0,54	0,72	-0,22	-0,19	-0,23
K <sub>15Т</sub>	0,16	-0,28	-0,21	0,55	0,12	0,45	0,75	0,4	0,76	0	0	0

Таблица 3

экспериментальных оперативных задач

K <sub>6</sub>		K <sub>7</sub>		K <sub>7</sub> <sup>П</sup>		K <sub>8</sub>		K <sub>10</sub>		K <sub>13</sub>		K <sub>14</sub>		K <sub>15</sub>	
K <sub>6Т</sub>	K <sub>6П</sub>	K <sub>7Т</sub>	K <sub>7П</sub>	K <sub>7Т</sub> <sup>П</sup>	K <sub>7П</sub> <sup>П</sup>	K <sub>8Т</sub>	K <sub>8П</sub>	K <sub>10Т</sub>	K <sub>10П</sub>	K <sub>13Т</sub>	K <sub>13П</sub>	K <sub>14Т</sub>	K <sub>14П</sub>	K <sub>15Т</sub>	K <sub>15П</sub>
16	18	23	35	8	13	14	19	10	10	1	3	1	6	1	2
1	3	8	16	1	1	6	6	4	4	2	2	1	4	1	1
2	2	9	15	3	4	7	8	6	6	2	2	1	5	1	1
5	5	12	18	6	14	8	22	8	8	5	5	1	8	1	2
3	5	14	10	4	4	6	6	3	3	1	1	1	3	1	1
5	5	18	34	6	10	12	16	8	8	2	2	1	8	1	2
3	3	14	35	3	3	6	6	4	4	1	1	1	7	1	1
3	4	5	7	3	6	5	7	4	4	3	3	1	11	1	2
2	2	6	10	3	4	4	6	3	3	2	2	1	5	1	1
7	13	20	22	7	18	14	20	9	9	4	4	1	14	1	4
3	3	14	34	5	14	10	22	8	8	5	5	1	8	1	2

Таблица 4

K<sub>JT</sub> и показателей деятельности

число фаз	Показатели эффективности						Комплексный критерий сложности				
	время решения			число ошибок			N = tξM				
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t	ξ <sub>1</sub>	ξ <sub>2</sub>	ξ	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
0,22	-0,2	0,22	0,42	-0,24	0,41	0,37	-0,37	-0,4	-0,37	0,33	-0,36
-0,37	0,27	-0,36	-0,07	0,32	-0,15	-0,3	-0,31	-0,27	0,29	-0,30	0,30
0,19	0,04	0,15	0,17	0,23	0,2	-0,2	0,31	0,26	0,14	0,17	0,16
0,13	-0,18	0,16	0,33	-0,18	0,33	0,36	-0,38	-0,44	-0,33	0,31	-0,32
-0,18	0,07	-0,15	-0,53	0,03	-0,39	-0,33	0,14	0,18	0,43	-0,24	0,37
0,68	0,57	0,68	0,78	0,64	0,80	0,75	0,63	0,74	0,9	0,83	0,88
0,67	0,61	0,70	0,76	0,7	0,77	0,69	0,64	0,76	0,94	0,91	0,94
0,45	0,32	0,43	0,68	0,33	0,66	0,58	0,42	0,48	0,75	0,53	0,65
0,46	-0,24	0,40	0,71	0,27	0,59	0,57	0,44	0,42	0,47	0,35	0,43
0,41	0,25	0,38	0,72	0,30	0,65	0,63	0,51	0,53	0,66	0,46	0,60
0,40	0,3	0,39	0,67	0,36	0,63	0,58	0,54	0,52	0,61	0,49	0,58
0,21	-0,14	0,20	0,37	0,12	0,30	0,35	0,28	0,26	0,16	0,15	0,16
0,24	0,05	0,14	0,33	0,09	0,31	0,53	0,59	0,43	0,16	0,02	0,11
0,48	0,24	0,42	0,68	0,24	0,60	0,72	0,65	0,55	0,43	0,25	0,37

Корреляционная матрица парных связей факторов

Факторы	Характеристики глазодвигательного поведения											
	длительность фаз ЭОГ											
	$T_1$	$T_2$	$T$	$P_1$	$P_2$	$P$	$Q_1$	$Q_2$	$Q$	$Z_1$	$Z_2$	$Z$
$K_{1P}$	-0,54	0,04	-0,05	0,67	0,52	0,69	0,50	0,26	0,49	0,37	0,54	0,51
$K_{2P}$	-0,64	-0,12	-0,26	0,39	0,36	0,42	0,45	-0,15	0,27	0,24	0,27	0,27
$K_{3P}^П$	-0,44	0,4	0,24	0,77	0,87	0,88	0,28	0,11	0,28	0,42	0,80	0,70
$K_{3P}^К$	-0,57	-0,1	-0,17	0,44	0,28	0,43	0,45	0,19	0,40	0,28	0,34	0,34
$K_{4P}$	0,99	-0,22	-0,42	-0,06	-0,4	-0,19	-0,38	0,36	-0,11	0,23	-0,07	0,06
$K_{5P}$	-0,43	0,07	0,06	0,77	0,62	0,80	0,47	0,32	0,51	0,23	0,57	0,46
$K_{6P}$	-0,31	0,11	0,09	0,90	0,7	0,92	0,50	0,43	0,59	0,40	0,66	0,60
$K_{7P}$	-0,85	0,18	0,45	0,17	0,41	0,28	0,27	-0,2	0,09	-0,27	0,32	0,07
$K_{7P}^T$	-0,5	-0,11	-0,11	0,53	0,37	0,52	0,57	0,06	0,48	-0,04	0,14	0,05
$K_{8P}$	-0,65	0	-0,07	0,37	0,4	0,41	0,41	-0,12	0,26	-0,06	0,15	0,05
$K_{10P}$	0,56	0,27	0,13	0,48	0,61	0,57	0,51	0	0,38	0,06	0,27	0,13
$K_{13P}$	-0,31	-0,18	-0,26	0,14	0	0,10	0,27	0,05	0,20	-0,02	0	0
$K_{14P}$	-0,07	-0,29	-0,09	0,23	-0,14	0,12	0,66	0,55	0,73	-0,22	-0,2	-0,23
$K_{15P}$	-0,24	-0,28	-0,22	0,55	0,12	0,46	0,75	0,40	0,77	0	0	0

Таблица 6

Значения показателей решения оперативных задач

№ задач	Средние результаты опытов									
	$t$	$\xi$	$T$	$P$	$Q$	$Z$	$M$	$N$	$A$	
1	144	4,5	19	63	27	46	10,7	7750	1,55	
2	70	2,2	10	13	17	27	5,2	705	1,35	
3	67	1,0	22	20	18	6	4,3	65	0,47	
4	52	1,2	15	18	17	11	3,7	485	1	
5	64	0,6	11	34	9	19	4,8	242	1,25	
6	73	1,0	26	27	18	11	3,5	261	1,05	
7	53	1,4	13	13	24	10	3	257	0,82	
8	64	2,7	11	18	23	18	4,6	520	1,12	
II	85	0,4	12	24	22	28	7,8	785	1,3	
I2	130	3,3	13	43	53	16	8,8	2975	0,9	
I4	90	1,2	12	21	11	17	5,2	145	1,4	

$A$  - средняя длительность фиксации глаз, сек.

$K_{jP}$  и показателей деятельности

число фаз			Показатели эффективности						Комплексный критерий сложности $N = t \xi M$		
			время решения			число ошибок					
$M_1$	$M_2$	$M$	$t_1$	$t_2$	$t$	$\xi_1$	$\xi_2$	$\xi$	$N_1$	$N_2$	$N$
0,66	0,59	0,67	0,81	0,59	0,8	0,67	0,80	0,76	0,81	0,73	0,79
0,46	0,26	0,41	0,59	0,33	0,56	0,24	0,40	0,31	0,44	0,38	0,42
0,73	0,71	0,77	0,73	0,78	0,81	0,49	0,61	0,64	0,93	0,92	0,93
0,45	0,40	0,46	0,66	0,37	0,62	0,58	0,68	0,64	0,58	0,5	0,56
-0,1	0,11	-0,02	-0,31	-0,04	-0,25	-0,1	-0,22	-0,12	-0,3	-0,17	-0,26
0,67	0,56	0,67	0,80	0,6	0,8	0,68	0,79	0,75	0,84	0,76	0,82
0,76	0,69	0,78	0,84	0,67	0,86	0,76	0,86	0,84	0,95	0,86	0,93
0,11	-0,02	0,07	0,32	0,21	0,34	0,17	0,24	0,26	0,38	0,28	0,35
0,46	0,24	0,40	0,67	0,27	0,59	0,45	0,57	0,42	0,47	0,35	0,43
0,32	0,17	0,28	0,57	0,2	0,48	0,32	0,43	0,33	0,41	0,31	0,38
0,41	0,30	0,39	0,67	0,36	0,63	0,54	0,58	0,53	0,61	0,49	0,58
0,22	0,14	0,20	0,37	0,12	0,3	0,28	0,35	0,26	0,17	0,15	0,16
0,24	-0,05	0,14	0,33	0,09	0,31	0,59	0,53	0,58	0,16	0,02	0,11
0,48	0,24	0,42	0,68	0,24	0,6	0,64	0,72	0,55	0,43	0,65	0,57

Таблица 7

Корреляционная матрица парных связей показателей деятельности

Показатели	$t$	$\xi$	$T$	$P$	$Q$	$Z$	$M$	$N$
$t$	I	0,73	0,05	0,87	0,62	0,66	0,93	0,86
$\xi$		I	0,07	0,65	0,61	-0,59	0,66	0,84
$T$			I	0,02	0,11	0,2	-0,12	0,17
$P$				I	0,43	-0,65	0,82	0,89
$Q$					I	0,1	0,56	0,46
$Z$						I	0,8	0,78
$M$							I	0,85
$N$								I

В таблицах приняты следующие обозначения длительности различных фаз глазодвигательного поведения:  $T$  - начальной фазы,  $P$  - фазы с параметрами  $t_{фм}^{AB}$  (подробный анализ фаз ЭОГ дается в следующем разделе),  $Q$  - с параметрами  $t_{фм}^{AM}$ ,  $Z$  - с параметрами  $t_{фм}^{AB}$ . Парные связи между отдельными средними показателями деятельности испытуемых приведены в табл.7.



## Экспериментальное исследование механизмов принятия решения

В исследованиях механизмов принятия решения с точки зрения форм его протекания установлен фазовый характер этого процесса. С определенной степенью условности выделены три основные фазы [1]:

фаза внешней перцептивной деятельности, направленной на выполнение подготовительной функции, т.е. создание образно-концептуальной модели проблемной ситуации. В этой фазе перцептивные действия связаны с ознакомлением и анализом ситуации, поиском и выделением элементов ситуации и их функциональных взаимоотношений, адекватных задаче;

фаза визуализации концептуальной модели;

фаза манипулирования моделью ситуации с целью ее переструктурирования адекватно задаче.

Вторая и третья фазы составляют этап викарных перцептивных действий.

Индикаторами поведения в этих фазах послужили движения глаз, обладающие соответствующими биомеханическими характеристиками. Так, к фазе внешних перцептивных действий отнесены периоды решения при саккадических движениях глаз большой амплитуды (10–15°) и с длительностью фиксаций порядка 0,3–0,4 сек [22]. Регистрация траектории движений глаз в этом периоде воспроизводит направление и последовательность обзора ситуации с выделением элементов, связанных с условием задачи [22–24] и с установлением функциональных взаимодействий между ними [25].

В сравнении со значительной глазодвигательной активностью на подготовительном этапе фаза визуализации определяется как период депрессии движений глаз, т.е. отстройки от наглядной ситуации, когда испытуемый работает в режиме викарных действий. В этом случае наблюдаются дрейфы, совпадающие с мысленным представлением ситуации [1].

И, наконец, фаза манипулирования образом или моделью характеризуется малоамплитудными скачками от 1 до 3°.

В проведенных исследованиях установлены также определенные отношения между характером глазодвигательного поведения в процессе решения и уровнем сложности задачи. Процесс решения наиболее сложных задач складывается, как правило, из периодов большой глазодвигательной активности и явно выраженной депрессии.

Таким образом, в результате изучения процесса принятия решения выявлено определенное функциональное значение движений глаз в процессе решения. Установлено, что основные функции движений глаз зависят от действий с наглядной ситуацией и с образом или моделью ситуации и показано, что биомеханические параметры глазодвигательных реакций могут служить показателями различных этапов процесса решения, характеристиками сложности задачи и структуры отображения.

Характеристики движений глаз послужили только некоторым объективным показателем установленных различий между внешними и викарными перцептивными действиями. Принципиальное же отличие викарных действий от внешних заключается в том, что с их помощью снимается информация со следа, накопленного сетчаткой, или с визуализированного образа, тогда как внешние перцептивные действия осуществляют съем информации из внешнего мира. Викарными действиями названы "избирательные изменения чувствительности сетчатки, управляемые малоамплитудными движениями глаз и обеспечивающие съем информации со следа образа" [1]. Иначе этот процесс характеризуется как произвольное направление внимания на разные участки изображения.

Из этих определений следует, что ответственным за процесс визуализации и манипулирования образом может быть не только периферический, но и центральный отдел зрительной системы.

На основании многих данных анализ процесса решения задач проводился с учетом фазового характера этого процесса и возможных изменений уровней активности периферического и центрального отделов зрительной системы.

В экспериментальном исследовании использовалась методика одновременной регистрации электроокулограммы (ЭОГ) движений глаз в горизонтальном и вертикальном направлении, электроэнцефалограммы (ЭЭГ) затылочной области коры головного мозга (с выделением  $\alpha$ -ритма) и речевой реакции (рис.14).

Анализ ЭОГ движений глаз показал, что частота и амплитуда саккадических движений глаз не остаются постоянными в процессе решения задач, а изменяются в отдельные периоды. В связи с этим обработка результатов регистрации состояла в оценке реакций в определенные, четко выраженные периоды. Показателями реакций периферического отдела зрительной системы в каждом периоде служили:

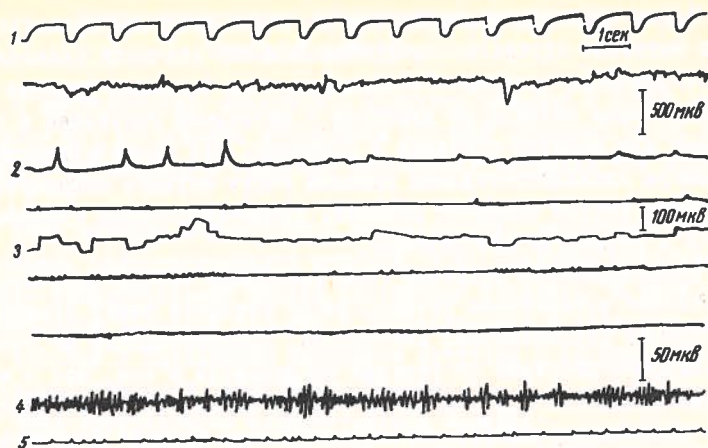


Рис. 14. Фазовое изменение активности зрительной системы:  
 1 - отметка времени 1 сек; 2 - ЭОГ движений глаз в вертикальном направлении;  
 3 - ЭОГ движений глаз в горизонтальном направлении; 4 - ритм; 5 - отметки интегратора

средняя длительность фиксации глаз ( $t_{\phi}$ );  
 средняя амплитуда скачка ( $a$ );  
 количество мигательных движений за 5 сек;  
 средняя величина  $\alpha$ -активности.

Подсчет  $t_{\phi}$  на каждом этапе решения показал, что изменение этого показателя происходит в диапазоне от 0,4 сек до нескольких секунд. Далее было отмечено, что фазы с большой и малой длительностью фиксации повторяются при решении даже одной задачи. Поэтому они были сгруппированы по каждому опыту. В отдельные группы были выделены первая и последняя фазы решения каждой задачи как начальная ознакомительная стадия решения и конечная стадия проигрывания или проверки принятого решения. Затем были сгруппированы фазы с  $t_{\phi} < 1$  сек на том основании, что движения глаз с длительностью фиксации менее 1 сек связаны с поиском информации, релевантной задаче. В следующую группу вошли фазы с  $t_{\phi} > 1$  сек и количеством скачков более одного. И, наконец, последняя группа была составлена из фаз, в которых саккадические движения глаз не были зарегистрированы, т.е. фаз полной депрессии.

В результате оценки амплитуды скачков установлено, что группу фаз с  $t_{\phi} < 1$  сек следует разделить на две: в одну должны

войти фазы с малоамплитудными скачками, а в другую - фазы с движениями глаз большой амплитуды.

Таким образом, по показателям длительности фиксаций и амплитуды скачков было выделено шесть групп, или видов, фаз процесса решения задач:

- начальные этапы решения  $H$ ;
- фазы с  $t_{\phi} < 1$  сек и малой амплитудой скачков -  $t_{\phi M} a_M$ ;
- фазы с  $t_{\phi} < 1$  сек и большой амплитудой скачков -  $t_{\phi M} a_B$ ;
- фазы с  $t_{\phi} > 1$  сек -  $t_{\phi B}$ ;
- фазы депрессии саккадических движений глаз -  $\Phi$ ;
- конечные этапы решения -  $K$ .

Средние величины показателей по каждой группе приведены в табл. 8.

Начальные этапы решения, как правило, были связаны с движениями глаз большой амплитуды и малой длительностью фиксаций, что характерно для ознакомления с ситуацией. Периоды подобной активности  $t_{\phi M} a_B$  повторялись и в дальнейшем. Иногда они сменялись периодами  $t_{\phi M} a_M$  с такой же (0,6-0,8 сек) длительностью фиксаций. Очевидно, что в данном случае мы имеем дело с различными формами получения информации. Известно, что первоначальный этап осмотра заключается в ознакомлении с элементами ситуации и их состоянием. Далее целью осмотра является установление связей между элементами задачи. Эта стадия получения информации рассматривается как важный компонент мыслительной деятельности и характеризуется как процесс многоканальной ориентировки [23,26]. Предъявленные испытуемым мнемосхемы являлись дискретными совокупностями элементов с различными по сложности взаимосвязями. Следовательно, сбор информации об элементах, имеющих отношение к задаче, их состоянию и составлял начальный этап решения и фазы  $t_{\phi M} a_B$  - подготовительные стадии решения. Фазы  $t_{\phi M} a_M$  должны быть связаны с анализом свойств и отношений элементов. Обе фазы  $t_{\phi M} a_B$  и  $t_{\phi M} a_M$  являются, по существу, фазами внешней перцептивной деятельности.

Конечный этап  $K$  по своим характеристикам может быть с достаточным основанием отнесен к периоду проверки принятого решения.

И, наконец, показатели фаз  $t_{\phi B}$  и  $\Phi$  соответствуют известным характеристикам фаз викарных перцептивных действий [1].

Средние величины длительности фиксации (сек) и амплитуды саккадических движений глаз в разные периоды решения задач (Усл.ед.инт.)

Опыт	Испы-туе-мые	Н		Ф а з ы								К			
		t <sub>ф</sub>	а	t <sub>фм</sub> a <sub>м</sub>		t <sub>фм</sub> a <sub>б</sub>		t <sub>фб</sub>		Ф		t <sub>ф</sub>	а		
				t <sub>ф</sub>	а	t <sub>ф</sub>	а	t <sub>ф</sub>	а	t <sub>ф</sub>	а			t <sub>ф</sub>	а
1-й	Б.	0,51	3,2	0,6	2,0	0,6	3,8	2,4	4,1	12,5	-	0,7	3,1		
	О.	0,6	1,9	0,5	1,0	-	-	2,1	1,5	9,5	-	0,9	1,4		
	Д.	1,6	7,4	0,6	1,8	0,7	5,2	2,6	4,6	14,2	-	1,1	5,1		
	Ф.	0,8	3,9	0,7	2,0	0,7	4,4	1,4	3,1	8,7	-	0,8	3,1		
2-й	Б.	0,6	5,5	0,7	2,3	0,6	5,3	1,9	4,5	10,3	-	0,8	5,5		
	О.	0,6	4,1	0,6	2,5	0,8	4,1	3,1	3,1	6,7	-	0,6	4,2		
	Д.	0,6	2,4	0,6	1,8	0,7	3,7	2,3	4,8	5,6	-	0,9	2,5		
	Ф.	0,9	4,8	0,6	2,4	0,7	4,7	1,9	4,5	-	-	0,7	4,0		

При оценке выявленных фаз по частоте мигательных движений глаз оказалось, что на стадии внешних перцептивных действий частота мигания наибольшая. В периоды длительных фиксаций она несколько снижается и при полной депрессии движений глаз становится наименьшей, а у некоторых испытуемых мигания полностью отсутствуют. Так как выкарные действия связаны с актуализацией образов ситуации, то вполне возможно, что механизм актуализации ограничивает стирающее действие миганий. Очевидно, изменение частоты мигательных движений может служить еще одним показателем различных фаз процесса решения.

Анализ активности центрального отдела зрительной системы проводился по данным регистрации  $\alpha$ -ритма в следующие периоды:

в интервале между предъявлениями задач после окончания речевого ответа - 1-й фон;

перед предъявлением задачи - 2-й фон;

в установленных фазах решения.

В табл.9 приведены средние значения активности  $\alpha$ -ритма в условных единицах интегратора за 1 сек (над чертой) и процентное отношение активности в каждом периоде к 1-му фону (под чертой). Как видно из таблицы, еще до начала предъявления задачи появляется определенная преднастройка к началу восприятия и решения задачи - активность центрального отдела увеличивается, а  $\alpha$ -ритма уменьшается. Значительная депрессия  $\alpha$ -ритма в процессе решения свидетельствует о большой напряженности рабочего состояния испытуемых и большом внимании. Однако и по величине активности  $\alpha$ -ритма это состояние различно в разных фазах решения. Так, в фазе  $t_{фм} a_m$  по сравнению с фазами  $H$ ,  $t_{фм} a_b$ ,  $t_{фб}$  и  $K$  активность центрального отдела увеличивается и достигает максимальной величины при депрессии движений глаз. Эта взаимосвязь активности глазодвигательных реакций и центрального отдела сравнивалась с фоновым состоянием, когда при отсутствии движений  $\alpha$ -ритм всегда оставался восстановленным.

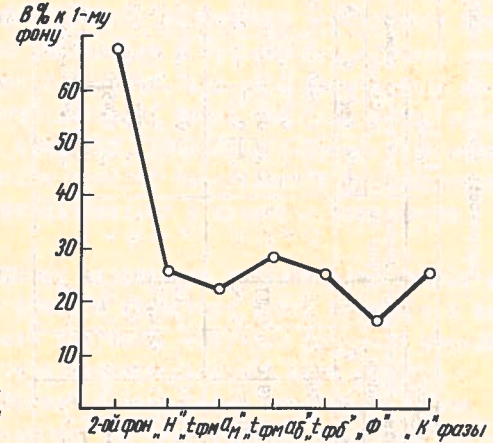
Изменение величины депрессии  $\alpha$ -ритма в процессе решения еще раз подчеркивает определенное различие фаз и их значение. Как указывалось ранее, фаза  $t_{фм} a_m$  является подготовительной стадией принятия решения, так как связана с обнаружением и раскрытием признаков элементов, необходимых для формирования модели. Увеличение депрессии  $\alpha$ -ритма в этой фазе может служить подтверждением ее ответственного значения в принятии решения.

Средняя величина активности  $\alpha$ -ритма в различные периоды фона и процесса решения задач (Усл.ед.инт.)

Опыт	Испытуемые	I-й фон	2-й фон	H	Фазы				K
					$t_{\text{рмдм}}$	$t_{\text{рмдб}}$	$t_{\text{рб}}$	$\Phi$	
I-й	Б.	5.0	3.1	1.5	1.2	1.3	1.3	0.9	1.3
		100	62	30	24	26	26	18	26
		8.0	5.0	1.2	1.0	-	1.2	0.8	1.2
		100	63	15	12,5	-	15	10	15
2-й	Л.	8.1	5.6	2.5	2.3	3.5	2.3	1.9	2.7
		100	69	31	28	43	28	23	33
		5.8	4.6	1.7	1.6	1.5	1.6	-	1.6
		100	80	29	28	26	28	-	26
I-й	Б.	9.5	5.8	2.7	2.4	2.7	2.7	2.3	2.7
		100	61	28	25	28	28	24	28
		8.4	5.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9
		100	60	11	11	11	11	8	11
2-й	Л.	4.2	3.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.1	1.5
		100	71	31	26	31	31	22	31
		3.8	3.0	1.3	1.2	1.3	1.5	-	1.3
		100	79	34	32	40	40	-	34
Среднее		100	68	26	23,2	28,5	26	17,5	26

Существенным по этому показателю оказалось различие между фазами  $t_{\text{рб}}$  и  $\Phi$ . Уменьшение возбудимости зрительного отдела в период длительных фиксаций дает основание предположить, что в данный период возможно взаимодействие различных сигналов систем. В частности, такое взаимодействие возможно при выборе варианта решения из известных испытуемому. Такие варианты должны представлять как бы сформированные методы решения, закрепленные на речевом уровне. Возможно, что процесс их сопоставления, выбора связан с перестройкой функциональных отношений между зрительной и вербальной системами, т.е. с увеличением удельного веса последней в активности всей физиологической функциональной системы [27,28].

Наибольшая депрессия  $\alpha$ -ритма в фазе  $\Phi$  является еще одним показателем различных форм активности внешних и викарных перцептивных действий и подтверждает выводы об ответственности центрального отдела за визуализацию образа и манипулирование им (рис.15).

Рис. 15. График изменений активности  $\alpha$ -ритма в различные периоды фона и решения задач

Далее определялась взаимосвязь между отдельными фазами. Показателем взаимосвязи была принята вероятность перехода от одного вида фаз к другому. В табл. 10 приведены данные оценки вероятности переходов у одного испытуемого и усредненные показатели по всем испытуемым.

Таблица 10

Вероятность взаимосвязи между фазами

Опыт	Испытуемые	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$				$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$				$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$				$\Phi$													
		вероятность перехода к фазам		общее кол-во		вероятность перехода к фазам		общее кол-во		вероятность перехода к фазам		общее кол-во		вероятность перехода к фазам		общее кол-во											
		$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$	$t_{\text{Фрм}}/t_{\text{Ф}}$	$\Phi$										
1-й	Б.	0,3	0,36	0,14	0,2	23	0,27	0,39	0,26	0,09	22	0,27	0,46	0,04	0,23	9	0,32	0,56	0,12	0							
	О.	-	-	-	-	6	-	0,67	0,33	0	9	-	0,33	0	0,67	4	-	0,5	0	0,5							
	Л.	0,17	0,39	0,38	0,11	15	0,02	0,73	0,07	0	23	0,4	0,4	0	0,2	7	0,57	0,3	0,13	0							
	Ф.	0,42	0,52	-	0,06	11	0,45	0,37	-	0,18	11	0,18	0,36	-	0,46	-	-	-	-	-							
2-й	Б.	0,13	0,47	0,27	0,13	7	0,71	0	0,15	0,14	11	0,63	0,17	0	0,2	6	0,33	0,33	0	0,3							
	О.	0	0,14	0,43	0,43	5	0,2	0,4	0,2	0,2	8	0,12	0,38	0,12	0,38	6	0	0,05	0	0,5							
	Л.	0,3	0,4	0	0,3	10	0,3	0,3	0,1	0,3	8	0,25	0,62	0	0,13	2	0	1,0	0	0							
	Ф.	0,46	0,38	-	0,16	9	0,55	0,45	0	0	13	0,31	0,23	-	0,46	-	-	-	-	-							
Среднее		0,22		0,5		0,2		0,08				0,32		0,36		0,02		0,3		0,27		0,47		0,06		0,4	

Результаты оценки показали, что наиболее характерными являются переходы от периодов длительных фиксаций или депрессии к частым саккадическим движениям и обратно. Периоды депрессии в большей степени связаны с фазой малоамплитудных движений. Вероятность же взаимосвязи между фазами  $t_{\text{Фрм}}$  и  $\Phi$  наименьшая.

Если исходить из известного положения о том, что принципиально новые результаты достигаются лишь при преодолении старых логических стереотипов, то наименьшая вероятность взаимосвязи между фазами  $t_{\text{Фрм}}$  и  $\Phi$  еще раз позволяет сделать вывод о том, что эти фазы являются различными уровнями собственно мыслительных действий, т.е. первая связана с выбором вариантов решения из известных, последняя - с процессом поиска и нахождения нового варианта на основе манипулирования образно-концептуальной моделью ситуации.

Анализ процентного отношения каждого периода к общему времени решения показал, что в задачах, где связи между элементами были специфичными, 70-80% времени занимали фазы внешних перцептивных действий. В задачах с неспецифическими связями и аварийными от 40 до 60% времени решения приходилось на фазы викарных перцептивных действий. У одного неопытного испытуемого время решения в последних фазах составляло в большинстве случаев около 20% от общей длительности решения. При этом фазы полной депрессии движений глаз отсутствовали. Число ошибок у этого испытуемого было наибольшим. Очевидно, процесс формирования и манипулирования моделью ситуации требует определенной профессиональной подготовки и может использоваться в качестве показателя уровня этой подготовки.

Проведенные исследования механизмов решения оперативных задач подтвердили выводы о фазовом характере этого процесса и наличие отстройки от реальной ситуации. Получены данные о возможном "двухтактовом" характере подготовительной фазы решения - этапе ознакомительных действий с элементами ситуации и этапе исследовательской деятельности, направленной на выделение связей и взаимоотношений элементов. Фаза викарных перцептивных действий получила дополнительные показатели в виде минимальной частоты мигательных движений и максимальной депрессии  $\alpha$ -ритма по сравнению с остальными фазами. Кроме этого, результаты исследования показали, что в фазе мыслительных действий возможно разделение периода викарных действий с моделью ситуации, т.е. со-

знание варианта решения и периода выбора варианта из известных, сформированных ранее.

Выделенные фазы раскрывают процессуальную, или операционную, сторону решения задач.

С точки зрения средств осуществления действий в этих фазах можно предположить, что в фазе  $t_{фб}$  главным образом используется система выбранных и зафиксированных качеств предметов, т.е. тех, которые имеют значение эталонов, оперативных единиц. Если последние оказываются неадекватными задаче, происходит формирование новых эталонов посредством манипулирования и выделения признаков элементов на стадии викарных перцептивных действий. Для этого оператор при работе с информационной моделью должен с заданной степенью точности восстановить необходимые ему характеристики реальной обстановки, соотнести сведения, полученные от элементов модели, как между собой, так и с реальной предметной обстановкой. Именно на основании такого соотношения он выбирает и планирует операции, изменяет их последовательность, принимает решения, выбирает наиболее эффективный способ действия.

Характеристики фаз предоставляют возможность, с одной стороны, оценить этот процесс качественно, т.е. определить уровни преобразования входной информации и временные затраты. С другой стороны, на основе характеристик фаз можно судить о свойствах различных способов отображения информации, сложности задач и временном режиме их решения.

Исследования показали, что наличие фазы отстройки может служить надежным показателем высокой сложности задач. Общее время решения задач с фазой отстройки в 1,6 раза, а число ошибок в 2 раза больше по сравнению с задачами, при решении которых фаза отстройки не наблюдалась.

Большинство перечисленных ранее факторов сложности задач имеют положительные статистические связи с такими прямыми показателями сложности, как среднее время решения и число допущенных ошибок. Причем реальные значения факторов более точно характеризуют сложность задачи, чем теоретические: коэффициенты множественной корреляции с временем решения, соответственно, 0,92 и 0,85, с числом ошибок - 0,97 и 0,943, комплексным критерием  $N = t_{\Sigma M} - 0,999$  и 0,97.

Отрицательные значения  $r_{тк4p}$ ,  $r_{зк4p}$  и  $r_{нк4p}$  объясняются в данных экспериментах тем, что увеличение избытка информации при постоянной мнемосхеме одновременно означает уменьшение числа элементов и их связей, относящихся к задаче, а, следовательно, в большинстве случаев - упрощение задачи. Экспериментальное сравнение постоянных и сменных мнемосхем<sup>\*</sup> показало, что при решении идентичных задач увеличение доли irrelevantной информации на мнемосхеме ухудшает показатели их решения, иначе говоря, повышает их фактическую сложность.

Опыты показали, что сложность выбора решения зависит не столько от числа конкурирующих вариантов решений ( $K_{4p}$ ), сколько от степени замаскированности верного искомого решения априорно более вероятными и привычными, но в данном случае неверными ( $K_{15p}$ ).

Множественный статистический анализ результатов экспериментов выявил, что на показатели решения наиболее сильно влияют факторы, отражающие состав связей между элементами условий задачи и число операций в алгоритмах поиска и реализации решения:  $K_{1p}$ ,  $K_{3p}^n$ ,  $K_{5p}$ ,  $K_{6p}$ , а также  $K_{3p}^k$  и  $K_{10p}$ .

Примененный метод факторного анализа сложности задач эффективен в тех случаях, когда затруднено представление процесса решения в виде алгоритмической цепочки операций. Статистический анализ влияния отдельных факторов на результаты решения задач, сопоставление теоретических и реальных значений факторов сложности оперативных задач позволяет наметить конкретные пути совершенствования средств отображения информации. Например, при художественном конструировании мнемосхем с помощью этого метода могут быть выбраны адекватные оперативным задачам принципы компоновки [20], использованы сменные мнемосхемы, наглядно отображены алгоритмы решения наиболее экстренных задач.

## 6. Особенности принятия решения на перцептивно-опознавательном уровне

Процесс принятия решения складывается из двух тесно связанных между собой основных этапов:

информационной подготовки принятия решения;

\* См. Эргономика; принципы и рекомендации, вып. I. М., 1970, стр. 115-121. (ВНИИТЭ).

выработки решения в виде системы образов, суждений или программы исполнительных действий.

В свою очередь, каждый из этих этапов включает несколько фаз. Первый из них сводится к поиску информации о проблемной ситуации и построению некоторого набора гипотез в соответствии с намеченным планом решения. Второй этап состоит из проверки выдвинутых гипотез, включая их упреждающую и результативную оценку, и окончательного принятия решения на основе выбора эталонной гипотезы. Главной является процедура сличения текущих гипотез с эталонными и результатами реально выполненных проб [29].

Процесс решения любой задачи имеет два аспекта:

логико-психологический, заключающийся в переформулировании и расчленении конкретной задачи на подзадачи;

операционный, связанный с определением рациональной системы операций с целью построения и проверки гипотез в рамках задачи (подзадачи).

Логико-психологический и операционный аспекты решения задачи зависят от характера деятельности человека-оператора, которая, как известно, в общем виде может иметь алгоритмический, предпрограммированный, и эвристический, непредпрограммированный, характер.

Под эвристической деятельностью понимается процесс решения человеком нестандартных задач в условиях отсутствия заданной, жесткой системы алгоритмов и критериев. Для эвристической деятельности характерно решение так называемых экстраполяционных логических задач с неопределенной областью поиска [30].

Эти задачи имеют иерархически-поисковую структуру. С операционной точки зрения их решение связано с широким использованием специфических операций (эвристик): упреждающего планирования, избирательного структурирования ситуации на основе установления смысловых отношений между ее элементами, самопрограммирования и выработки алгоритмов на основе оценки ситуации и т.п. [24]. Как видно, эвристики имеют ряд функций: сокращение перебора различных вариантов решения, наведение на цель путем использования рациональных стратегий (для задачи) и тактик (для подзадачи) и построения оптимального варианта решения.

Решения на перцептивно-опознавательном уровне имеют место главным образом при обработке первичной информации (оптические,

фотоэлектронные изображения) и при обработке приборной информации в затрудненных пространственно-временных условиях.

С логико-психологической точки зрения процесс решения перцептивно-опознавательной задачи может быть расчленен на следующие этапы:

поиск и обнаружение стимулов;

различение стимулов;

идентификация стимулов;

декодирование.

В результате принимается решение об "итоговом образе" (рис.16). Как видно, данный процесс включает перцептивную подготовку принятия решения и процедуру принятия решения.

На первом этапе устанавливается наличие стимула в информационном поле без определения границ формы контура и других свойств воспринимаемого стимула. В статистическом смысле здесь решается задача вероятностного отнесения стимула к одной из двух категорий: "сигнал - шум" или "шум".

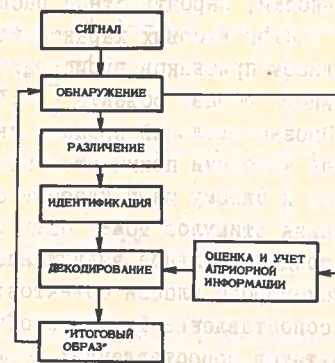


Рис. 16. Структурная схема процесса решения перцептивно-опознавательной задачи

На втором этапе осуществляется сравнительный анализ стимулов между собой, в первую очередь на основе различения яркостных контрастов и выделения контура. Операция выделения контура реализуется по принципу так называемой параллельно-последовательной развертки, что обеспечивает расчленение комплексного стимула на элементы и последующее их объединение в определенную систему.

Идентификация стимулов, т.е. отнесение их к некоторому множеству геометрических образов, но без раскрытия их внутрен-

него содержания происходит на следующем этапе. На практике эта операция обычно совпадает с операцией декодирования – соотношением стимулов с реальными объектами. При дальнейшем изложении будем считать их совмещенными. Все эти процессы связаны с поисковыми операциями [8, 31].

Идентификация и декодирование включают в себя несколько стадий:

- выделение и анализ информативных признаков;
- формирование зрительного образа;
- альтернативный выбор гипотез;
- окончательное опознание.

Процесс анализа признаков имеет сложный характер: выделение элементарных признаков (например, углов и линий при восприятии контурных фигур), мысленную численную оценку их градаций; преобразование элементарных признаков в более укрупненные, инвариантные к различным преобразованиям; выделение наиболее информативных из них; генерацию распределений признаков разной модальности; вероятностное распределение признаков по гипотезам с учетом весовых характеристик. Параллельно с выделением и анализом признаков происходит формирование и запоминание перцептивного образа объекта [14, 32].

Опознавательный процесс связан с опознавательными действиями, под которыми понимается процедура отнесения того или иного стимула к одному из  $M$  классов стимулов. Процесс развернутого опознания стимулов может быть описан следующими операциями:

- предварительное выдвижение (актуализация) системы эталонов некоторого класса объектов;
- сопоставление текущего образа с рядом эталонов и оценка результатов сопоставления;
- выбор эталонной гипотезы и ее проверка;
- принятие решения – словесное формулирование ответа или смена эталона.

Рассмотрим каждую из этих операций.

Предварительное выдвижение системы эталонов стимулируется поставленной задачей и априорной информацией (последняя может иметь количественный и качественный характер). К первой из них относятся данные о вероятностном распределении объектов, ко второй – сведения об окружающей ситуации. Опознавательный процесс зависит от трансформации объективно существующих априорных вероятностей объектов в субъективные.

Психологическая природа априорных процессов пока неясна. Видимо, эталонные гипотезы, извлекаемые из долговременной памяти, при движении в оперативную память проходят, как через фильтр, блок учета априорных вероятностей.

На рис.17 представлена модифицированная модель выбора эталонной гипотезы наблюдателем при опознании [33]. Модель состоит из приемника сигналов, блока исследования признаков и построения образа, блока выбора гипотез различного информационного содержания и определения их апостериорной вероятности, генератора формирования системы гипотез, порогового устройства.

Процедура выбора гипотезы сводится к следующему. Информация об опознаваемом объекте через приемник сигналов поступает в блок исследования признаков и формирования образа. В этот же

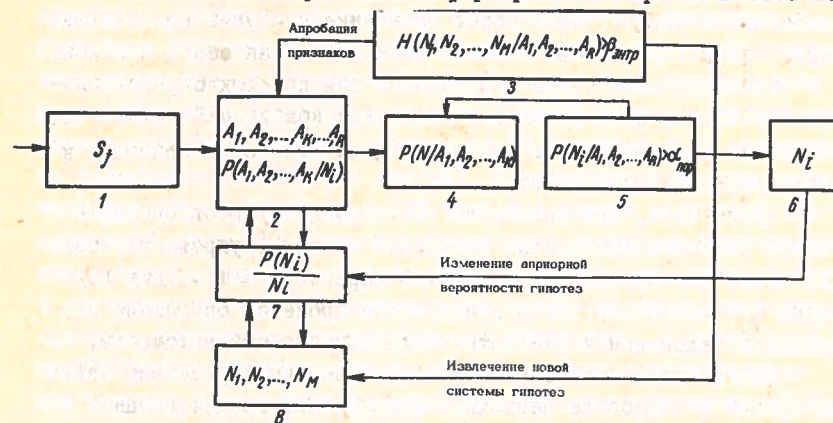


Рис. 17. Модель выбора эталонной гипотезы:

- 1 – приемник сигналов; 2 – блок исследования признаков и построения образа;
- 3 – генератор формирования системы гипотез; 4 – блок выбора гипотез и определения их апостериорной вероятности; 5 – пороговое устройство; 6 – блок опознания;
- 7 – блок оперативной памяти и учета априорной вероятности гипотез;
- 8 – блок долговременной памяти

блок из долговременной памяти поступают эталонные гипотезы, проходя через блок учета априорных вероятностей гипотез. На основании учета априорной информации, поэлементного или целостного сопоставления сформированного образа с эталонными выбирается гипотеза и оценивается ее апостериорная вероятность. Процесс принятия решения об опознаваемом объекте может иметь разный характер, в зависимости от сложности опознавательной задачи, и



опираться на различные критерии. Есть основания предполагать, что в простых случаях, при опознании отдельных объектов на основе использования независимых, равновероятных прямых признаков, этот процесс приближенно описывается известной теоремой Байеса.

Апостериорные вероятности гипотез сравниваются с порогом ( $\alpha_{пор}$ ). При его превышении происходит опознание. Регуляция процессов исследования признаков, сопоставления образов и ввода новой серии эталонных гипотез осуществляется через генератор системы гипотез. Как только вероятность одной из гипотез достигает необходимого максимума, энтропия данной системы гипотез падает ниже величины  $\beta_{энтр}$  и исследование признаков, сопоставление образов прекращаются. Опознание объекта на основании обратной связи изменяет априорные вероятности гипотез в оперативной памяти. Если порог опознания не будет превзойден, через генератор системы гипотез вводится новая серия гипотез.

Рассмотренная схема справедлива для простых случаев опознания. В сложных случаях использование комбинаций признаков, оценка их весовых характеристик, учет индикаторов приводят к иному распределению гипотез.

Кроме того, при опознании незнакомых объектов операция выбора гипотезы заменяется операцией ее конструирования, носящей четко выраженный эвристический характер. Вот почему надо очень осторожно подходить к аналогиям процесса опознания изображений человеком и статистически распознающим автоматом.

Многие виды операторского труда связаны с решением задач по приему и обработке первичной информации, представленной в виде оптических, фотоэлектронных и других изображений реальной обстановки. Последние можно рассматривать как первичные информационные модели. К общим особенностям этих моделей относятся: кодирование информации за счет проективных, масштабных и других преобразований, а также действий радиолокационных, тепловых контрастов и т.д.; огромная информационная емкость при загроможденности и искажении элементов структуры; крайняя структурная неоднородность; наличие гомоморфных связей между элементами моделей и реальных объектов.

Выполненные экспериментальные исследования по восприятию зашумленных изображений позволили выдвинуть гипотезу о "слоистой-ступенчатой" природе решения перцептивно-опознавательной задачи в этих условиях.

В соответствии с этой гипотезой процесс решения подобной задачи включает:

"послойный" анализ, своего рода препарирование структуры изображений, идущий от слоев с крупноразмерными элементами к слоям с мелкоразмерными элементами;

ступенчато-этапную обработку информации в пределах слоя, включающую цикличные аналитико-синтетические процедуры;

формирование на выходе слоев промежуточных образов с последующей их интеграцией в итоговый;

экстраполяцию этих образов к эталонным различного информационного содержания и определение эталона, изоморфного текущему образу.

Для выявления специфических закономерностей решения подобных задач были проведены экспериментальные исследования по восприятию и опознанию зашумленных фотоизображений одиночных и групповых объектов с альтернативными ответами на уровне основного множества. В качестве "тест-объектов" были использованы фотоизображения силуэтов самолетов мелкого масштаба разной степени разрешения. Алфавит состоял из 18 стимулов с 10 градациями по разрешению (от 7 до 40 лин/мм). К экспериментам были привлечены две группы операторов (20 человек) низкой и средней квалификации. Методика включала поодиночное опознание зашумленных изображений, начиная с низких уровней разрешения, предъявляемых в случайном порядке. В эксперименты вводились дополнительные условия, повышающие ответственность испытуемых. В результате структурного сопоставления каждым испытуемым предъявляемого изображения с эталонами заполнялась карточка экстраполяций на основе двоичной системы ответов.

Проведенные эксперименты подтвердили выдвинутую гипотезу. Кроме того, были выявлены два основных уровня переработки информации при опознании зашумленных изображений - "топологический" и "категориальный". На первом из них (при  $R = 10$  лин/мм) выделяются подуровни: группирование нечетливых "пятен" по размерам, группирование нечетливых изображений по топологии, их внутригрупповое дифференцирование. На втором выделяются подуровни группирования и дифференцирования конфигураций объектов как семантических "образований" применительно к их классам (подклассам) и типам, т.е. осуществляется послойная конкретизация.

Исследования с групповыми композициями показали, что при значительном разрушении изображения шумами потеря его элементов может быть компенсирована путем использования внешних помохоустойчивых индикаторов, а также активизацией представлений (воображения) и мыслительной деятельности в целом. Этот процесс осуществляется уже за пределами разрешения изображения, но цель опознания может быть достигнута.

Функционирование слойно-ступенчатой содержательной модели процесса обработки первичной информации опирается на комплекс перцептивных и опознавательных действий, неоднородных по составу, имеющих свою внутреннюю структуру.

Установлено, что операция по выделению информационного содержания объекта может быть "разбита" на ряд этапов-подопераций: расчленение поля изображения на ряд компактных областей, детальный анализ областей с поиском и выделением наиболее информативных признаков, синтезирование областей признаков в единое целое.

В табл. II дана количественная характеристика различных этапов перцептивного изучения изображения.

Т а б л и ц а II

Характеристика этапов перцептивного изучения  
(усредненные показатели)

Этапы	Продолжительность, сек		Распределение точек фиксации		Распределение траекторных параметров, %		
	этапа	одной фиксации	кол-во точек фиксации	кол-во случаев фиксации	поступательные движения	обратные движения	возвратные движения
Ознакомительный	0,93	0,19 (0,15+0,23)	3	4	100	0	0
Детально-го анализа признаков	6,61	0,36 (0,52+0,40)	9	18	40	20	40
Синтезирования признаков	1,70	0,50 (0,41+0,59)	2	6	25	0	75

Характерно, что при работе со сложными, особенно с зашумленными изображениями, в отличие от информационного поиска при восприятии простой приборной информации с однородными элементами и фоном, длительность фиксации зависит от этапа перцептивной задачи и информативности стимула.

Процесс перцептивного изучения изображений объектов, недостаточно известных в прежнем опыте, имеет развернутый поисковый характер, в той или иной мере включает опознавательные компоненты, заимствованные из прошлого опыта, и упрощается контуру лишь на отдельных участках. Для опознания знакомых объектов характерно резкое сокращение процесса перебора признаков при сохранении определенного набора ознакомительных компонентов.

В табл. I2 дана сравнительная количественная характеристика процессов перцептивного изучения и опознания при определении типа объекта.

Т а б л и ц а I2

Сравнительная характеристика процессов перцептивного изучения и опознания (усредненные показатели)

Процесс	Продолжительность, сек.		Распределение точек фиксации		Распределение траекторных параметров, %		
	решения задачи	фиксации	кол-во точек фиксации	кол-во случаев фиксации	поступательные движения	обратные движения	возвратные движения
Перцептивное изучение	9,24	0,36	14	29	42	16	42
Опознание	3,00	0,28	6	10	50	25	25

Процесс опознания зависит от поставленной задачи. Так, например, переход от класса к типу при опознании самолетов сопровождается увеличением продолжительности опознания более чем в 1,5 раза (с 2,1 до 3,5 сек), количества случаев фиксации примерно на 40%, количества обратных скачков и возвратных движений на 10%. Все это говорит об активизации опознавательной деятельности.

Относительная изоморфность "рисунков" маршрутов при опознании различных объектов одними и теми же наблюдателями дает возможность сделать предположение о большей стабильности этого процесса. Вероятно, по мере приобретения сенсорного опыта вырабатываются индивидуальные алгоритмы опознания.

Поиск заданных объектов на "пестром" фоне представляет собой сложный эвристический процесс. В основе поиска лежит структурный анализ изображения. Особенно наглядно этот процесс осуществляется при дешифрировании объектов на аэрофотоснимках [34]. Так, поиск слежных объектов (СО) в информационном поле включает структурный анализ изображения, "выход" на СО через систему "наводящих" ориентиров, обнаружение и опознание СО. Поиск зон простых объектов (ПО) включает структурный анализ СО, выявление зон возможного расположения ПО, опознание этих зон. Поиск заданных ПО включает анализ зон ПО, выявление ПО в них, определение класса и типа ПО. Процедура разбиения пространства поиска на "субкадры" зависит от стоящей задачи, вида поиска и величины объекта поиска.

Процесс выбора гипотезы в этих условиях осуществляется по принципу прогрессивной классификации, проходя при этом через несколько уровней. На каждом уровне используются признаки различного характера и осуществляется экстраполяция к эталонам разных алфавитов. Каждому уровню соответствует альтернативный ряд дизъюнктивных суждений. На отдельных уровнях выбор гипотезы может проходить через несколько стадий. Экспериментально на уровне основного множества были выделены стадии случайного перепутывания гипотез, ограниченных альтернативных решений, отождествления. Стадии делятся на фазы. Для стадии случайного перепутывания намечаются фазы произвольного перепутывания гипотез, группового и внутригруппового дифференцирования гипотез. Процесс напоминает цепную реакцию. С повышением разрешения и структурной целостности изображения происходит общее сокращение количества альтернативных выборов на данном уровне.

Из изложенного видно, что для перцептивно-поисковых процессов в сложных условиях характерно преобладание структурных и эвристических механизмов, а для собственно опознавательных - структурных и вероятностных.

## Л и т е р а т у р а

1. З и н ч е н к о В.П., В е р г и л е с Н.Ю. Формирование зрительного образа. М., Изд-во МГУ, 1969.
2. B r u n e r J.S. Le proces de préparation et la perception. En: "Etudes d'épistémologie dénetique, VI, Logique et perception". Presses Univ. de France", Paris, 1958.
3. З а п о р о ж е ц А.В. [и др.] Восприятие и действие. М., "Просвещение", 1967.
4. Г а л ь п е р и н П.Я. Теория поэтапного формирования умственных действий и управление процессом учения. М., 1967.
5. Л е о н т ь е в А.Н. Проблемы развития психики. М., "Мысль", 1959.
6. З и н ч е н к о В.П. [и др.] Анализ деятельности человека-оператора. - В сб.: Инженерная психология. М., Изд-во МГУ, 1964.
7. З и н ч е н к о В.П., З и н ч е н к о П.И. Исследование памяти в связи с задачами инженерной психологии. - В сб.: Проблемы инженерной психологии, вып.3. Л., 1965.
8. Б е р е з к и н Б.С., З и н ч е н к о В.П. Исследование информационного поиска. - В сб.: Проблемы инженерной психологии, вып.5. М., "Наука", 1967.
9. Г и п п е н р е й т е р Ю.Б. О некоторых новых параметрах работы зрительной системы человека. Тезисы докладов на II съезде общества психологов, вып.3, 1964.
10. Г и п п е н р е й т е р Ю.Б. Опыт экспериментального исследования работы зрительной системы наблюдателя. - В сб.: Инженерная психология. М., Изд-во МГУ, 1964.
11. З и н ч е н к о Т.П. Исследование перцептивных процессов в связи с задачей построения информационных моделей. Автореф.дисс. на соискание учен.степени канд.психолог.наук. Л., 1967.
12. З а б р о д и н Ю.М. Проблема обнаружения в психофизике. В сб.: Материалы III съезда психологов СССР. М., 1968.

13. Забродин Ю.М., Гаида В.К., Зинченко Т.П. Сравнительное изучение идентификации опознавания одномерных и многомерных стимулов. В сб.: Эргономика, вып.2. М., 1971. (Труды ВНИИТЭ).
14. Домов Б.Ф. О некоторых критериях оценки сигналов, передающих информацию человеку-оператору. В сб.: Проблемы инженерной психологии, вып.2. Л., Изд-во ЛГУ, 1965.
15. Вучетич Г.Г. Исследование зрительной кратковременной памяти. Автореф.дисс. на соискание учен.степени канд. психолог.наук. М., Изд-во МГУ, 1971.
16. Сперлинг Дж. Модель зрительной памяти. В сб.: Инженерная психология за рубежом. М., "Прогресс", 1967.
17. Миллер Дж. Индивидуум как система, перерабатывающая информацию. В сб.: Информационные и биологические системы. М., "Мир", 1966.
18. Стрелков Ю.К. О некоторых временных параметрах обработки зрительной информации. Эргономика, вып.1. М., 1970. (Труды ВНИИТЭ).
19. Вучетич Г.Г., Зинченко В.П., Шлягина Е.И. Сравнительный анализ преобразований, осуществляющихся в кратковременной памяти, в условиях симультанного и сукцессивного предъявления тестового материала. В сб.: Психологические механизмы памяти и ее закономерности в процессе обучения. (Материалы I Всесоюзного симпозиума по психологии памяти). Харьков, 1970.
20. Венда В.Ф. Средства отображения информации. М., "Энергия", 1969.
21. Зинченко Т.П. О модели информационного поиска. - "Вопросы психологии", 1970, № 2.
22. Завалишина Д.Н. Психологические механизмы решения оперативных задач. Автореф.дисс. на соискание учен. степени канд. психолог. наук. М., 1968.
23. Завалишина Д.Н. К проблеме формирования стратегии при решении дискретных оперативных задач. - "Вопросы психологии", 1965, № 5.
24. Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. М., 1967.
25. Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека. М., Изд-во МГУ, 1969.
26. Пушкин В.Н., Шершнева Б.М. О различных формах получения информации человеком в процессе решения дискретных комбинаторных задач. - В сб.: Проблемы эвристики. М., "Высшая школа", 1969.
27. Ушакова Т.Н. Взаимодействие первой и второй сигнальных систем в актах умозаключающего наглядного мышления. - В сб.: Пограничные проблемы психологии и физиологии. М., 1961.
28. Ефимова Г.В. Особенности нейродинамики в процессах умственного согласования. - "Вопросы психологии", 1969, № 5.
29. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений. М., "Педагогика", 1970.
30. Поспелов Д.А., Пушкин В.Н., Садовский В.Н. Эвристическое программирование и эвристика как наука. - "Вопросы философии", 1967, № 7.
31. Зинченко Т.П. Исследование информационного поиска. - В сб.: Проблема военно-инженерной психологии, вып.1. Л., 1970.
32. Домов Б.Ф. Человек и техника. М., "Советское радио", 1966.
33. Соколов Е.Н. О моделирующих свойствах нервной системы. - В сб.: Кибернетика, мышление, жизнь. М., "Мысль", 1964.
34. Рубахин В.Ф. Деятельность оператора-дешифровщика в системе обработки информации. - В кн.: Военно-инженерная психология. М., Воениздат, 1970.

## РЕФЛЕКСИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

## I. Имитация решений и рефлексивное управление

Одной из наиболее важных характеристик процесса принятия решения в условиях конфликта является интеллектуальное взаимодействие людей [1]. Понимание этого обстоятельства уже давно наметилось в исследованиях практического интеллекта. Достаточно напомнить меткие замечания Б.М.Теплова [2]. Однако только в последние годы удалось подойти к разработке более или менее адекватных средств описания конфликтных процессов. Следует заметить, что эти средства, с одной стороны, были подготовлены успехами формализации описания конфликтных ситуаций, достигнутыми математической теорией игр. С другой стороны, серьезный вклад в их создание был внесен исследованиями групповой деятельности людей в сложно организованных коллективах. Однако речь здесь может идти о довольно сложном синтезе, приведшем к своеобразному формализму, с помощью которого можно описать процессы решения, принимаемые конфликтующими сторонами. На эту тему В.А.Лефевром и его сотрудниками [3-6 и др.] опубликовано уже немало работ, объединенных общим направлением - исследованием рефлексивных процессов.

Интеллектуальная деятельность людей, как показано в указанных работах, подлежит специальному изучению, в результате которого могли бы быть выявлены внутренние механизмы этой деятельности и затем использованы в технических целях (в рамках проблемы "искусственный интеллект" или какой-либо другой). Исследования последних лет показывают, что для продвижения вперед

в науке об оперативном мышлении необходимо выделять главные черты и характеристики процессов решения, инвариантные относительно поставленных исследовательских или практических задач. Для человека как биологического носителя мышления и других высших психических функций (несмотря на социальную природу, а может быть, именно благодаря ей) такой чертой является рефлексия.

Рефлексивные процессы могут быть выделены в самостоятельный объект изучения, внутри которого могут быть найдены устойчивые закономерности, характеризующие эти процессы вне зависимости от конкретных форм поведения и класса решаемых интеллектуальных задач. Предположение о том, что одни и те же рефлексивные структуры и процессы в различных ситуациях могут порождать различные формы деятельности и виды поведения, оказывается весьма правдоподобным. В этой связи понятия "рефлексивная структура" и "рефлексивный процесс" так же фундаментальны для теории сложных систем, реализующих интеллектуальную деятельность, как и, например, понятие "обратной связи" для современной биологической кибернетики.

Главной особенностью интеллектуального взаимодействия людей в конфликте является имитация решений. Процессы имитации, рефлексии, естественно, должны найти свое отражение при формировании концептуальной и информационной моделей, с которыми работает оператор. При прогнозировании действия противника ход его мысли, основания, которыми он пользуется при принятии решения, должны быть воспроизведены в концептуальной модели обстановки. Этот процесс может быть усложнен неоднократной рефлексией. В концептуальной модели всегда имеется субъект деятельности, "второе я", рассматривающее оператора ("первое я") как элемент модели. Отсюда, естественно, вытекает требование согласования концептуальных моделей операторов при коллективной работе или такого "совмещения" с концептуальной моделью противника, которое обеспечивало бы имитацию решения противника на более высоком ранге рефлексии. Другими словами, одним из элементов концептуальной модели должна являться отраженная в сознании оператора сама концептуальная модель. Такие "вложенные" друг в друга модели будут определять структуру процессов, участвующих в подготовке и принятии решения. Поскольку в конфликте стороны поставлены перед необходимостью иметь максимально адекватную

картину ситуации, механизм взаимного заимствования концептуальных моделей выступает здесь особенно выпукло, и от качества рефлексивной модели, которой обладает противник, зависит эффективность принимаемого решения.

Выделение рефлексивных компонентов в процессах принятия решений ставит перед инженерной психологией две группы проблем. Первая охватывает процессы формирования концептуальных моделей, и главное здесь состоит в том, чтобы выявить влияние этих процессов на работоспособность коллективов операторов и сформулировать специальные требования к отбору и подготовке персонала. Вторая группа включает процессы информационного обеспечения решений и формирования информационных моделей с целью наиболее полного учета в них рефлексивных компонентов интеллектуальной деятельности. В настоящее время для обеих групп проблем только намечены пути их решения.

В процессе конфликта противники обмениваются информацией. Цель этого обмена - "принудить" другую сторону добровольно принять определенное решение. Это и есть рефлексивное управление. Простейшая его схема такова:

$T_{xy} \rightarrow T_x$ ,

где  $T$  - объективная ситуация.

Эта запись обозначает, что противник  $Y$  формирует некоторую картину, которую он собирает сформировать у  $X$ , и совершает такое преобразование. Если  $X$  осознал, что его противник произвел рефлексивное управление, то происходит превращение

$T_{xy} \rightarrow T_{yx}$ ,

т.е. перед  $X$  лежит картина той картины  $X$ , которая лежит перед  $Y$ . Это схема провала рефлексивного управления. Более сложным является рефлексивное управление, осуществляемое превращением  $T_{xy} \rightarrow T_{yx}$ . Это передача информации "якобы о себе". Подробная типология рефлексивного управления приведена в работах [1,3].

Рефлексивное управление, которое осуществляется в конфликте, исследовать довольно трудно. Один из путей такого исследования - непосредственный психологический эксперимент, в котором один из партнеров является автоматом, проводящим рефлексивное управление. Поскольку нам известно "все" об одной из сторон (программе автомата), то из анализа взаимодействия можно получить информацию о рефлексивных процессах, протекающих у испытуемого.

В процессе исследования взаимодействия человека и рефлексивного автомата открылась неожиданная возможность конструировать такие автоматы, которые в условиях противодействия работают лучше, чем если они предоставлены самим себе. Такие автоматы были названы "дриблингами". Подробное описание экспериментов с дриблингами дается в [4]. Идея программы, заложенной в дриблинг, основывается на том, что скорость осознания изменений ситуации испытуемым (человеком) - стандартная и не превосходит некоторого значения. Можно найти такой алгоритм, который в принципе обгонял бы человека, тогда автомат выигрывал бы в статистически достоверном большинстве состязаний, навязывая человеку те основания для принятия решения, которыми он уже перестал пользоваться. Это и было подтверждено в экспериментах [4].

В некоторых случаях на базе рефлексивного анализа могут быть построены более правдоподобные модели поведения противника или партнера, чем те, которые предоставляются теорией игр. Перспективная задача заключается в создании средств выявления достаточно тонких рефлексивных структур, которые определяют функционирование человеческих коллективов.

Выявление рефлексивной структуры коллектива операторов является, вообще говоря, одним из условий эффективного функционирования этого коллектива. Особенно это важно для систем, в которых члены коллектива (группы) не имеют возможности для непосредственного общения и вынуждены прибегать к сознательной имитации решений партнера. Аналогичная ситуация может наблюдаться и в условиях преднамеренного нарушения противником информационных связей между операторами. Возникающий при этом информационный вакуум должен быть заполнен за счет имитируемых компонентов концептуальной модели.

Естественно предположить, что люди в разной степени наделены способностью к имитации решений. Выявлением такой способности путем специального тестирования и отбора операторов с учетом результатов этого тестирования, по-видимому, необходимо заниматься. Набор данных по имитационным способностям каждого члена коллектива позволит судить о его рефлексивной структуре и его возможностях эффективно выполнять возложенные задачи. Рефлексивная структура будет формироваться из рефлексивных связей между отдельными лицами, выражающими (качественно или

количественно) степень успешности имитации оператором  $X$  "внутренней картины" оператора  $Y$ .

Имеется ряд задач, при решении которых рефлексивные связи в коллективе оказываются обнаженными и могут быть выделены относительно легко. Одной из таких задач является, например, выбор "потенциального руководителя" анкетным методом. Лицо, наилучшим образом имитирующее "внутренние картины" других лиц, выбирается руководителем. Суть метода состоит в следующем.

Экспериментатор предлагает каждому члену коллектива  $e_1, \dots, e_n$  ответить на следующие два вопроса (письменно).

1. Против лиц, перечисленных в списке, поставьте одно из чисел "+1", "-1", "0":

"+1" - если он способен быть руководителем;

"-1" - не способен быть руководителем;

"0" - не знаете этого человека или колеблетесь в своей

оценке.

2. Как, по вашему мнению, ответил бы на первый вопрос каждый член коллектива.

Полученную таким образом информацию можно представить в виде следующего символического рефлексивного многочлена:

$$\Omega = A + \sum_{i=1}^n A_{e_i},$$

где  $A$  - матрица, столбцами которой являются ответы на первый вопрос;

$A_{e_i}$  - матрица, представляющая ответ на второй вопрос каждого члена коллектива, которая может быть истолкована как "та модель  $A$ , которой располагает член коллектива  $e_i$ ".

Сравнивая матрицы  $A$  и  $A_{e_i}$ , можно выявить качество имитационных способностей каждого члена коллектива. Задав правило сравнения столбцов матриц, можно получить характеристику качества имитации персонажем  $e_i$  персонажа  $e_j$ , т.е. рефлексивную связь.

Вероятно, более простыми (во всяком случае для обработки) являются экспериментально-игровые методы отбора операторов по имитационным характеристикам.

Представляют интерес и игры с дриблингами, позволяющие определить способность оператора противостоять рефлексивному уп-

равлению, его гибкость при переходе от одного типа решений к другому и в какой-то мере его лидерские способности [4].

Как уже отмечалось, для конфликтующих систем, в которых функции принятия решения возложены на человека, характерной чертой является имитация решений. Поэтому и сами принимаемые решения должны оцениваться с точки зрения трудностей их мысленного воспроизводства противником. Как правило, имитация решений затруднена вследствие недостатка истинной информации о тех основаниях, которыми пользуется другая сторона при выработке решения. Однако в ряде случаев удается проникнуть во внутренний мир противника и проимитировать его решение. Можно считать, что специально отобранный и подготовленный оператор, располагая разумно организованной информационной моделью, может с высокой степенью вероятности успеха решать оперативные задачи за противника.

Надо подчеркнуть, что принятие решения за противника должно быть единственной функцией этого оператора. Он должен получать особую информацию, индицируемую специальным образом. Другими словами, специфика задачи должна быть наиболее полно выражена в специальной информационной модели.

В основу такой специальной модели, цель которой - обеспечить наиболее правдоподобное вскрытие замысла противника и тех оснований, которыми он пользуется при принятии решений, положен принцип имитации человека человеком. Степень успешности решения поставленной задачи будет прежде всего определяться близостью "информационной среды", в которой работают противник (его операторы) и операторы, имитирующие их работу. В связи с этим оператор, принимающий решение за противника, требуется обеспечить информацией о противнике, о том, как он "видит" обстановку (рис.1).

В дальнейшем, по-видимому, такой оператор сможет быть полностью или частично заменен эвристической программой. Простейшая программа может иметь следующую структуру:

$$T + T_X.$$

В этом случае она не будет принципиально отличаться от имеющих-ся в настоящее время прогнозических программ.

Более сложный случай имеет вид

$$T + (T + T_y) X,$$

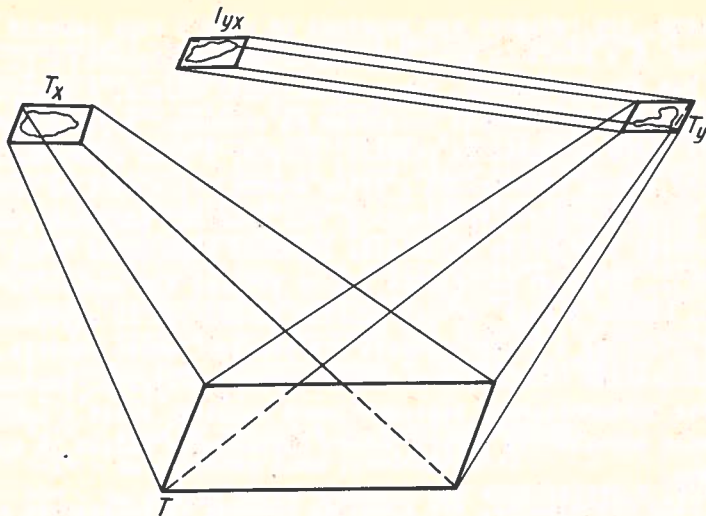


Рис. 1. Схема формирования информационной модели с учетом имитации решения противника

т.е. программа должна учитывать планирующую деятельность противника.

Наконец, наиболее сложным из реально допустимых является случай

$$T + \{ T + [T + (T + T_x)]_y \} X,$$

т.е. в программе должна быть учтена та прогнозическая работа, которую производит противник.

В живом операторе такие структуры осуществляются естественно. В эвристическую программу они должны быть заложены специально. Это требует специальной предварительной обработки информации, которая должна быть рассортирована следующим образом:

$$\begin{matrix} T \\ T_y \\ T_{xy} \\ T_{yxy} \end{matrix}$$

Для этого, вероятно, необходимо провести специальные логико-лингвистические исследования, ибо методики такой сортировки пока не существует.

Одна из трудностей создания эвристической программы связана с отказом от предположения о том, что противник "пользуется" той же самой логикой, этикой и психологией, которые характеризуют нас самих. Помимо этого возникает целый ряд технических трудностей в связи с выбором способов представления информации и способов ограничения перебора возможных вариантов решений.

## 2. 0 возможности автоматизации решения задач рефлексивного управления

На основе классификации видов конфликта, приведенной в [5], выделим конфликты, в которых стороны преследуют антагонистические цели. Примером такого вида конфликта может служить вооруженная борьба\*.

Для достижения успеха в таком конфликте необходимо тем или иным способом управлять действиями противника, ставя его в такие условия или понуждая к принятию решений, которые объективно ведут к его поражению. Такое управление В.А.Лефевром [1] было названо рефлексивным в силу того, что оно в первую очередь направлено на психику лица, принимающего решение, и носит отражательный, рефлексивный характер.

Одним из наиболее важных условий такого управления является вскрытие замысла противника. Лицо, принимающее решение, не может вскрыть замысел противника, не представив себе ход его рассуждений. Такое мысленное отражение ("я думаю, что противник предполагает, что я приму решение, думая, что он...") может иметь многократный характер. При определении замысла противника необходимо установить, какие соотношения между элементами своей системы противник показывает специально для введе-

\* Следует заметить, что использование концепций и иллюстративного материала из области оперативного искусства и военных игр при изучении процессов принятия решений представляется более перспективным, чем уже привычный материал психологического исследования мышления - шахматы, игра в "пятнадцать" и т.п. (См. например, работы В.Н.Пушнина, О.К.Тихомирова и др.). -  
П р и м. с о с т а в.



ния другой стороны в заблуждение. Неполная, зачастую противоречивая и несвоевременная информация затрудняет раскрытие замысла противника. Чтобы лучше проникнуть в его замысел, придается мысленно ставить себя в положение противника, что превращает процесс раскрытия замысла в рефлексивную игру.

Для осуществления рефлексивного управления необходимо передать противнику основания для принятия решения. Это можно сделать различными способами, по которым и можно классифицировать приемы рефлексивного управления. Такими способами могут быть: силовое давление, формирование у противника желательной оценки исходной обстановки, нужных целей действия, определенного алгоритма (доктрины) принятия решения противником, влияние на выбор момента принятия решения. Примеры подобных приемов могут быть без труда найдены в военной истории, истории дипломатии и т.п.

Распределение приемов по группам не может быть строгим, что определяется внутренним содержанием отдельных приемов, позволяющих оказать множественное влияние, например, на оценку исходной обстановки и на формирование цели, на выбор момента принятия решения и формирование исходной обстановки.

Приемы силового давления наиболее легко распознаваемы. Демонстрация силы в том или ином виде имеет целью оказывать влияние на психику принимающего решение и сформировать у него, в первую очередь, такую цель, как уклонение от боя. Таким образом, приемы этой группы связаны с приемами формирования цели противника. Несколько особняком стоит разведка боем, главным назначением которой является вскрытие отношений между элементами системы противника, выявление слабых и сильных мест его организации. Однако этот прием может быть использован и для достижения других целей. Следует иметь в виду момент переоценки противника при использовании силового давления, так как подвергающийся нападению оценивает противника сильнее, чем он есть, ибо "нападение, — как указывал М.В.Фрунзе, — действует всегда на психологию противника тем, что уже одним этим обнаруживается воля более сильная"<sup>ж</sup>.

<sup>ж</sup> М.В. Фрунзе. Избранные произведения. М., Воениздат, 1965, стр. 71.

Силовое давление, связанное с использованием избыточного наряда сил, имеет целью, в первую очередь, устрашение противника, а в отдельных случаях и оказание психологического давления на союзника. Например, во время Второй мировой войны относительно небольшой английский город Ковентри бомбили около 500 фашистских самолетов (гитлеровцы придумали даже специальный термин "ковентризация"). Таким же актом жестокости были налеты англо-американской авиации в феврале 1945 г. на Дрезден, в которых участвовали около 3200 самолетов. Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки не имели стратегического смысла и были "адресованы" союзнику по войне — советскому народу, т.е. это был "силовой шантаж".

Силовое давление и шантаж могут иметь и более скрытый характер, осуществляясь в форме различных угроз (намеренный показ группировки сил и объектов, демонстрация силы, показ новых видов вооружения, риск вовлечения в ядерную войну и др.).

В отдельных случаях силовое давление на противника может использоваться как способ укрепления союзнических сил, ибо "колеблющиеся элементы, — как говорил Ф.Энгельс, — всегда идут за более сильным и всегда становятся на более надежную сторону"<sup>ж</sup>.

Приемы формирования исходной обстановки связаны как с оперативной маскировкой (показ или маскировка действительных объектов, создание ложных объектов, показ одного объекта под видом другого, дезинформация и др.), так и с применением средств мгновенного и резкого изменения исходной обстановки, например, внезапность пространства, внезапность применения новых приемов и средств вооруженной борьбы, которые, в свою очередь, оказывают влияние и на выбор момента принятия решения.

Приемы формирования цели распознаются с большими трудностями. Для этого необходимы большой интеллект, интуиция и опыт, логическое мышление, хорошее знание истории и идеологии, военной доктрины, а также школы обучения и индивидуальных способностей руководителей сил противника. Некоторые приемы могут быть раскрыты только после проведения большой работы, носящей характер научного исследования [7].

Приемы формирования цели реализуются через психику лица, принимающего решения, но они труднее вскрываются, а потому бо-

<sup>ж</sup> К.М. Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т.8, стр.100.

лее коварны и опасны, чем приемы силового давления или приемы формирования исходной обстановки.

Мышление руководителя при решении задач управления в основном осуществляется дедуктивным методом, свои выводы и заключения, особенно при раскрытии замысла противника, он делает на основе неполной, отрывочной, зачастую противоречивой информации, используя не только непосредственную информацию, но и различные косвенные признаки.

Нейтрализация дедукции противника предполагает ведение действий по такому плану, по которому их цель не может быть вскрыта по крайней мере до заключительного этапа операции, т.е. противник должен предполагать большое число возможных вариантов наших действий, и все они при всем их разнообразии более или менее равновероятны. Выбор оперативного направления, на котором имеется несколько важных объектов удара, обогащает и повышает ценность плана операции уже тем, что заставляет противника разбросать силы для обороны.

Таким образом, нейтрализация дедукции противника, увеличивая неопределенность нашего замысла, с одной стороны, затрудняет противнику формирование цели его действий, а с другой — разрушает алгоритм принятия им решения, требует дополнительных усилий и большего времени для принятия обоснованного решения.

Приемы формирования алгоритма принятия решения противником требуют значительных затрат сил и средств, особенно для систематического проведения учений стратегического масштаба по одному плану с целью решительных действий по другим, резко отличающимся от учебного. Опубликование ложной доктрины также не достигает своей цели, если оно не будет подкреплено соответствующими мероприятиями по скрытию настоящей.

Приемы, влияющие на выбор момента принятия решения, имеют особое значение в условиях быстроменяющейся обстановки. Выбор момента нанесения неожиданного удара, использование дефицита времени на принятие решения в сочетании с другими приемами и способами рефлексивного управления могут быть весьма острым оружием в борьбе. Выжидание и маневрирование создают благоприятные условия для выбора момента нанесения неожиданного удара.

В приемах этой группы наибольшее значение имеет использование дефицита времени. Что касается выбора момента неожидан-

ного удара, то при наличии различных видов разведки относительно трудно скрыть подготовку к массированному удару. В этом отношении прав Наполеон, утверждавший, что сперва идет внезапность пространства, а затем уже внезапность времени.

В борьбе сторон зачастую возникают такие состояния, которые временно предпочитают обоими противниками при невозможности достижения своих целей. Такие состояния неустойчивого равновесия, поддерживаемые обеими сторонами, без наличия прямого информационного обмена ("молчаливый торг"), американский "профессиональный стратег" Т.Шеллинг назвал "фокальными точками" [8]. На этих состояниях непроизвольно фиксируется внимание враждующих сторон, тем более, что такие состояния, как правило, являются уникальными, обладают простотой или некоторой рациональностью, отличающими их в качественном отношении от всех возможных выборов. Выявляя "фокальные точки" и имея возможность изменить соотношение сил (материальное и моральное), можно оптимизировать процесс постановки новых задач рефлексивного управления и желаемого хода борьбы.

Рефлексивное управление представляет собой сложную логическую задачу, требующую для своего решения наличия большого количества постоянной информации, носящей исторический, технический, психологический и оперативный характер, и переменной информации, которая характеризует обстановку реального конфликта и тенденции ее изменения.

Преобразование таких больших объемов информации требует использования автоматизированных устройств обработки информации, которые при рефлексивном управлении могут применяться в: информационно-справочной работе и первичной обработке необходимой информации;

моделировании конфликтных ситуаций, самого процесса управления, в предварительном проигрывании принимаемого решения и оценке его возможных последствий.

Трудности формализации процесса рефлексивного управления не позволяют в настоящее время рассматривать другие способы применения автоматизированных устройств.

При рефлексивном управлении обработке подлежит информация о: состоянии, действиях и возможностях противоборствующих сторон с учетом их возможных изменений, элементах обстановки и отношениях между ними, характеристиках пространства, в котором

развертывается конфликт, т.е. вся объективная реальность, независящая от того, что о ней думаем мы или противник, иными словами – фактографическая основа конфликта;

применении противником в прошлом различных приемов рефлексивного управления с оценкой достигнутых результатов;

возможных мероприятиях парирования приема противника с оценкой их эффективности;

возможности пренебречь приемом противника или использовать его в своих целях.

Что касается рабочих гипотез о том, какими представлениями пользовался противник, принимая решение об осуществлении того или иного приема, то специальной информации по этому вопросу получить невозможно. Эти рабочие гипотезы как отражения второго и более высокого порядка могут возникнуть при изучении информации об индивидуальном характере руководителя сил противника, его методах и способах управления, школе обучения войск, результатах учений и маневров и т.д.

Предварительная обработка информации при помощи АСУ облегчает выработку рабочих гипотез, наводящих свое выражение в предварительном решении.

Особенностью процесса обработки информации при рефлексивном управлении являются:

- сочетание в процессе обработки формализуемых и трудно формализуемых процедур;

применение некоторых специальных, в том числе и эвристических, методов обработки для оценки достоверности и полноты полученной информации, определения возможностей реализации мероприятий по парированию приема противника, оценки возможностей применения методов рефлексивного управления со своей стороны (контр-управление) и т.п.;

большой объем постоянной информации, вовлекаемой в обработку путем использования результатов "прошлого опыта" (военная история, результаты предшествующих действий и т.д.) при сравнительно небольшой исходной информации в начале очередного цикла управления;

неполнота, противоречивость полученной информации, возможное наличие в ней элементов дезинформации, необходимость раскрытия смысла информации по косвенным признакам, содержащимся в сообщениях;

творческий характер, требующий высокой профессиональной квалификации, интеллекта, логического мышления, больших знаний и опыта от личного состава, участвующего в обработке.

При современном состоянии АСУ, особенно их математического обеспечения, общее решение задач рефлексивного управления может подготавливаться и осуществляться только на основе некоторых неформализуемых творческих процедур.

Сам процесс обработки информации можно условно разделить на следующие этапы: первичная и вторичная обработка информации, анализ возможностей рефлексивного контр-управления и оценка возможной эффективности комбинации приемов, принятие решения на рефлексивное управление и выработка команд управления, отвечающих принятому решению.

На этапе первичной обработки должно осуществляться преобразование информации единичного сообщения о приеме рефлексивного управления, примененном противником. На этом этапе производится запись сообщения в буферную память, его регистрация, морфологический, синтаксический и семантический анализ содержания с целью приведения его к одной из заданных форм (классификация сообщения по его содержательной части, т.е. осуществление первичной формализации), выделение дезинформации путем проверки хотя бы по достаточно общим критериям и возможным ограничениям (в первую очередь, физическим и материальным), извлечение информации из сообщения на основе анализа различных косвенных признаков, характеризующих как сообщение и способы его получения (передачи), так и источник сообщения. К первичной обработке можно также отнести оценку достоверности информации на основе учета точности источника и сопоставления данных от нескольких источников информации, а также оценку полноты информации в единичном сообщении и определение требований на дополнительную информацию.

На этапе вторичной обработки должно осуществляться преобразование информации для группы сообщений о действиях противника за определенный период. При этом производятся выборка информации, аналогичной полученному сообщению, поиск информации в массиве ("архиве"), содержащем возможные приемы рефлексивного управления и статистику их применения, систематизация группы сообщений, выделение дезинформации на основе анализа всей группы сообщений, анализ косвенных признаков, относящихся

ко всей группе сообщений, для выделения дополнительной информации. Ко вторичной обработке следует также отнести и оценку возможности повторения приема как некоторого "исторического события", уже имевшего место.

При анализе возможностей рефлексивного контруправления осуществляется комплекс мероприятий по преобразованию информации, который можно рассматривать как этап третичной обработки информации. Этот комплекс должен включать: оценку возможной эффективности (оценку последствий) приема противника и его влияние на наши планы и действия без учета возможных мероприятий по парированию рефлексивного управления, анализ наших возможностей пренебречь приемом и группой приемов, осуществляемых противником, пресечь начавшееся применение группы приемов противника тем или иным способом, например силовым ударом, отвлечь противника постановкой перед ним других, более сложных задач, требующих больших затрат сил, средств и времени, наконец, использовать примененную противником группу приемов "во вред ему". При анализе всех этих возможностей в обработку вовлекается дополнительная информация о мероприятиях, которыми можно реализовать эти возможности, и производится оценка наших возможностей осуществить рефлексивное контруправление без изменения основного, ранее намеченного плана действий, или с необходимыми изменениями для снижения эффективности приема противника. Таким образом, этот этап завершает подготовку необходимых данных для принятия решения руководителем на рефлексивное контруправление по отношению к противнику и на управление своими силами. Само решение может формироваться в виде предварительного решения или его общего замысла на основе моделирования конфликтной ситуации и предварительного проигрыша решения для оценки возможной эффективности и возможных последствий при различных вариантах его осуществления, завершаемого выбором руководителем оптимального варианта действий.

На последнем этапе осуществляется преобразование информации в необходимые команды управления, реализующие выбранный вариант действий, а также осуществляются необходимые систематизация и документирование принятого решения для последующего анализа достигнутых результатов и обобщения опыта.

Весь процесс обработки информации можно разделить на отдельные задачи (элементы), решение которых можно осуществлять:

автоматически - для задач поиска информации в массиве, систематизации, документирования, управления устройствами отображения информации и т.п.; автоматизированно - для большинства задач первичной и вторичной обработки, задач по расчетам, связанным с оценкой эффективности, моделирования конфликтной ситуации и предварительного проигрыша решения. Для всех этих задач характерно, что ввод необходимой исходной информации осуществляется человеком, обработка и преобразование информации - с помощью различных технических устройств; неавтоматизированно - для задач сложного логического анализа и самого принятия решения на различных этапах, например анализ возможностей рефлексивного контруправления (рис.2).

Эти три различные степени автоматизации процесса решения отдельных задач отражают, в первую очередь, возможности формализации содержательной части каждой из задач обработки информации.

Необходимыми условиями осуществления такой комплексной автоматизации при решении задач рефлексивного управления являются:

разработка информационного языка описания задач рефлексивного управления, классификация и обозначение приемов рефлексивного управления, облегчающие поиск и обработку информации;

осуществление общей формализации при четкой классификации задач формального и творческого плана и учете "внутренней психологической ценности" принимаемых решений, определяемой сложным комплексом морально-этических условий и оценок обстановки, своих сил, средств и времени;

разработка алгоритмов оценки достоверности и полноты информации, поиска информации в массиве об аналогичных случаях применения приема и эвристических "алгоритмов" моделирования конфликтной ситуации и предварительного проигрыша решения, выделения дезинформации и анализа косвенных признаков;

разработка графических способов отображения конфликтных ситуаций и информации по рефлексивному управлению. Графическое отображение должно обеспечить передачу информации по зрительному каналу (в отдельных задачах человек воспринимает зрительно до 80% всей информации) и создание "зрительной опоры" при принятии решений на отдельных этапах обработки информации по рефлексивному управлению;



Одна из основных задач дальнейшей работы лежит в области отыскания специального языка, адекватного именно тому уровню многомерной структуры отображаемой реальности, на котором производится функциональное описание проблемной ситуации и формируется акт решения. Записанная в терминах разных уровней информация создает оперативную образно-концептуальную модель (ООКМ) — основной психологический инструмент подготовки и принятия решения. Чрезвычайно интересно проследить способы построения этой модели на материалах решения конкретных оперативных задач в различных звеньях больших АСУ. Выясненные в ходе этой работы закономерности оперирования с ООКМ могли бы послужить базой для обоснования наилучших по оперативным параметрам информационных моделей, отличающихся подлинной универсальностью (универсальность механизмов ООКМ не вызывает сомнений).

Далее должны быть определены объективные психофизиологические, в том числе и электрофизиологические характеристики процесса формирования образно-концептуальной модели и оперирования с ней (ЭОГ, ЭЭГ, ЭМГ и др.). Объективные индикаторы работы с ООКМ должны оказаться полезными при разработке рекомендаций по обучению и тренировке операторов решению оперативных задач. На разных стадиях обучения должны быть выделены различные структуры ООКМ, или уровни ее сформированности, в том числе не осознаваемые оператором и рефлексивные.

Объективными индикаторами качества решения определенного класса оперативных задач могут служить некоторые характеристики преобразований информации в ООКМ, имеющих малую постоянную времени и протекающих на уровне кратковременной памяти. Удобные для регистрации, эти характеристики не только отражают индивидуальные способности, но и могут явиться новыми экономичными индикаторами функциональных состояний оператора, что имеет большое практическое значение.

Важной задачей является также нахождение объективных характеристик параметров деятельности, по которым можно различать информационный поиск и собственно решение задачи. Как указывалось в главе IV, в содержание процесса решения входит нахождение языка терминов, адекватных задаче, с помощью которых необходимо строить или изменять ООКМ. Важно знать время, которое тратится на оба этапа: информационный поиск и решение.

Целесообразно продолжить исследования рефлексивных процессов главным образом в области экспериментальных игр и математического моделирования рефлексивных структур с целью определения их канонических форм и подтверждения их универсального характера. Здесь также могут быть получены важные в практическом смысле результаты по разработке тестов для определения способностей и решению имитационных задач и задач прогнозирования.

Вопросы информационной подготовки решения, наряду с операционно-технической стороной функционирования оперативного мышления, справедливо заняли ведущее положение в этом сборнике. Однако другой важный аспект темы не получил достаточного освещения — речь идет о личностных моментах: мотивации, эмоциональной напряженности, эмоциональной и психической устойчивости и т.п., оказывающих несомненное влияние на протекание мыслительных процессов. Это также перспективная задача.

Как видно из приведенных материалов, основные приемы по рационализации условий принятия решения должны относиться к организации:

перцептивной деятельности (основные требования здесь относятся к организации информационной модели системы);

мыслительного процесса (основные требования здесь заключаются в организации обучения, формировании навыков принятия решения в определенных системных ситуациях).

2. Главным требованием при этом является необходимость автоматизации менее важных (вспомогательных) решений с целью освобождения интеллекта человека для принятия более важных и нестандартных решений.

На ЭВМ должны быть возложены функции облегчения формулирующего мышления. Это позволит создать кооперацию операторов и ЭВМ при выработке решения и управлении сложной системой без жесткой зависимости от заранее заданных задач. Основные усилия при этом целесообразно направлять на максимально возможную автоматизацию подготовительного к принятию решения и исполнительного этапов.

В целом перечисленные задачи направлены на обеспечение условий для принятия наилучших решений в сложных непредвиденных условиях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	3
Глава I. Общая характеристика процессов принятия решения .....	7
1. Принятие решений в АСУ .....	7
2. Принятие решения и оперативное мышление (обзор основных подходов) .....	14
3. Выбор решений в сложных ситуациях .....	32
4. Организация информационной подготовки и принятия решения в АСУ .....	36
Литература .....	43
Глава II. О формализации процессов принятия решений.....	47
1. Определение и классификация задач .....	47
2. Информационные задачи .....	50
3. Организационные задачи .....	53
4. Оперативные задачи .....	56
Литература .....	62
Глава III. Логико-операционный подход к исследованию процессов принятия решения .....	63
1. Элементарные составляющие процессов принятия решения и их временные и надежностные характеристики .....	63
2. Анализ элементарных операций и проблема распределения функций .....	77
3. Анализ элементарных задач управления и проблема организации коллективной работы операторов.....	95
Особенности взаимовлияния операторов....	99
Количественные оценки групповой деятельности .....	101

4. Использование метода статистического моделирования для анализа процессов решения оперативных задач в АСУ .....	107
Формализация процесса решения оперативных задач .....	108
Построение моделирующего алгоритма.....	112
5. О механизме решения человеком вычислительных задач .....	114
Литература .....	119
Глава IV. Инженерно-психологические и экспериментальные исследования процессов информационной подготовки и принятия решения .....	121
1. Анализ роли зрительной системы в процессах решения .....	121
2. Прием и переработка информации оператором... Характеристика информационного поиска.....	130 130
Операционный состав восприятия и опознания	141
3. Преобразование информации в зрительной кратковременной памяти .....	148
4. Образно-концептуальная модель как внутреннее средство деятельности оператора.....	163
5. Экспериментальное исследование процесса решения оперативных задач .....	171
Описание и анализ экспериментальных задач	171
Экспериментальное исследование механизмов принятия решения .....	186
6. Особенности принятия решения на перцептивно-опознавательном уровне .....	197
Литература .....	207
Глава V. Рефлективные компоненты процессов принятия решения .....	210
1. Имитация решений и рефлексивное управление..	210
2. О возможности автоматизации решения задач рефлексивного управления .....	217
Литература .....	227
Заключение .....	227

Редактор С.И. Безъязычная  
Корректор Е.А. Калганова  
Техн. редактор О.Б. Глазов

Т 18672 Подп. к печати 8/ХП-71 г.      Формат бумаги 60х90 1/16  
Уч.-изд. л. 13,2      Тираж 1800 экз.      Заказ 505      Цена 93 коп.  
Москва И-223, ВНИИТЭ.



*Ing. Petre Isaac*

Directeur du Centre d'études pour l'organisation  
et l'étude du travail

MINISTÈRE DU TRAVAIL  
Roumanie

Bucarest 4  
1-3 rue Scaune  
Téléphone 149842

Цена 93 коп.