

Международный консорциум «Электронный университет»

*Московский государственный университет экономики,
статистики и информатики*

Евразийский открытый институт

Инженерная психология и эргономика

Хрестоматия

Учебно-методический комплекс

Автор и составитель С.Ю. Манухина

Москва 2009

УДК 159.9
ББК 88
М 242

Манухина С.Ю.
М 242 **ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА :**
хрестоматия : учебно-методический комплекс / автор и
составитель *С.Ю. Манухина* – М., Изд. центр ЕАОИ, 2009. –
224 с.

ISBN 978-5-374-00208-9

УДК 159.9
ББК 88

ISBN 978-5-374-00208-9

© Манухина С.Ю., автор и составитель
2009

© Оформление, АНО «Евразийский от-
крытый институт», 2009

Содержание

Цели и задачи изучения дисциплины.....	5
Хрестоматия.....	7
Предисловие.....	7
Раздел 1. Введение в инженерную психологию и эргономику.....	9
Тема 1. Инженерная психология и эргономика как область знаний, отрасль науки и профессия.....	9
<i>Стрелков Ю.К.</i> Введение.....	9
<i>Голиков Ю.Я., Костин А.Н.</i> Основные концепции рассмотрения техники и роли человека в ней.....	12
Тема 2. Методологические и теоретические принципы инженерной психологии и эргономики.....	18
Справочник по инженерной психологии.....	18
<i>Середа Г.К.</i> Методологические основы инженерной психологии.....	23
Раздел 2. Особенности принятия и обработки информации человеком-оператором в системе СЧМ.....	29
Тема 3. Роль анализаторов при приеме и обработке информации.....	29
<i>Гиппенрейтер Ю.Б.</i> Движение глаз в незрительных видах деятельности.....	29
<i>Носуленко В.Н.</i> Физические модели звука.....	35
<i>Шифрман Х.</i> Кажущееся движение.....	80
Тема 4. Учет особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ.....	96
<i>Зинченко Т.П.</i> Исследование психологических закономерностей формирования и динамики когнитивных карт у авиадиспетчеров.....	96
<i>Тихомиров О.К.</i> Осознанное и неосознанное в мыслительной деятельности.....	116
Тема 5. Приемы принятия и обработки информации в системе СЧМ.....	127
<i>Зинченко В.П., Мунипов В.М.</i> Кодирование зрительной информации.....	127

Раздел 3. Представления о трудовой деятельности в инженерной психологии	133
<i>Тема 6.</i> Деятельность оператора в системе СЧМ	133
<i>Голиков Ю.Я., Костин А.Н.</i> Описание динамики деятельности	133
<i>Тема 7.</i> Перцептивный опыт оператора.....	139
<i>Стрелков Ю.К.</i> Историческая реконструкция образа мира пилота и штурмана.....	139
<i>Тема 8.</i> Профессиональная ошибка в деятельности оператора	148
<i>Бодров В.А.</i> Ошибочное действие как показатель уровня профессиональной пригодности	148
<i>Тема 9.</i> Специфика индивидуальной и групповой деятельности операторов в системе СЧМ.....	156
<i>Бодров В.А.</i> Психологические особенности профессиональной группы.....	156
Раздел 4. Основы эргономического построения рабочего пространства	167
<i>Тема 10.</i> Эргономика в структуре психологического знания	167
Основы авиационной медицины	167
<i>Тема 11.</i> Методы исследования эргономичности рабочего пространства.....	174
Учет эргономических факторов на стадиях разработки СЧМ.....	174
Примеры исследования удобства и дискомфорта рабочей позы.....	181
<i>Барабанищikov В.А., Носуленко В.Н.</i> Оценка характеристик электронных персональных органайзеров	188
Руководство по изучению дисциплины	197
Содержание курса	202
Итоговый контроль	206
Словарь	211
Практикум	213
Тесты	215
Список литературы.....	222

Цели изучения дисциплины

Целью преподавания курса является ознакомление слушателей с понятиями, структурой и ключевыми проблемами современной инженерной психологии и эргономики.

Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с основными принципами и понятиями инженерной психологии и эргономики, специфике работы человека-оператора в системе «человек-среда-машина», методами инженерной психологии и эргономики, особенностях работы психолога в области инженерной психологии и эргономике.

В процессе изучения дисциплины студенты должны:

Иметь представление: об особенностях работы человека-оператора в системе «человек-среда-машина», системе принятия и обработки информации в автоматизированных системах управления, об анализе трудовой деятельности в инженерной психологии, специфике индивидуальной и групповой деятельности операторов, основах эргономического построения рабочего пространства.

Знать: методы, применяемы в инженерной психологии и эргономике, особенности приема и обработки информации в автоматизированных системах, особенности и причины возникновения ошибок и ошибочных действий на предприятии, отличительные характеристики работы человека-оператора в индивидуальной и групповой деятельности и др.

Уметь: применять элементарные знания, полученные за время прочтения курса, к осмыслению и пониманию психологических закономерностей работы человека-оператора системе «человек-среда-машина».

Список дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса данной дисциплины.

1. Введение в специальность
2. Общая психология
3. Экспериментальная психология
4. Организационная психология
5. Социальная психология
6. Физиология ЦНС
7. Психодиагностика
8. Психология труда
9. Математические методы в психологии

Список дисциплин, для изучения которых необходимы знания данного курса.

1. Методологические основы психологии
2. Преддипломная практика
3. Написание дипломной работы

Хрестоматия

Предисловие

Хрестоматия по инженерной психологии и эргономики была задумана как дополнение к курсу по «Инженерной психологии и эргономики», составленного специально для студентов-психологов, обучающихся по специальности «Психология менеджмента». В нашу задачу входило отразить те основные аспекты курса, которые могут понадобиться психологам, дальнейшая деятельность которых не будет на прямую связана ни с эргономическим проектированием, ни с инженерно-психологическими построениями. Тем не менее, нам важно было дать знание, которые они смогут использовать в своей дальнейшей профессиональной деятельности, связанной с управлением, подбором и/ или развитием персонала. Нам было важно обозначить и дать понимание проблем, стоящих в инженерной психологии и эргономики, а также предоставить возможность их самостоятельного изучения по мере профессиональной необходимости.

Настоящая хрестоматия состоит из четырех разделов: «Общие представления об инженерной психологии и эргономики», «Особенности принятия и обработки информации человеком-оператором в системе СЧМ», «Представления о трудовой деятельности в инженерной психологии», «Общие представления об эргономическом построении рабочего пространства».

В первом разделе рассматриваются основные области знаний инженерной психологии и эргономики, предмет и задачи, их связи с другими науками, направления и перспективы дальнейшего развития (Стрелков Ю.К.), основные концепции рассмотрения техники и роли человека в ней (Голиков Ю.Я., Костин А.Н.), а также описание методов и методологических принципов инженерной психологии (Ломов Б.Ф., Середа Г.К.).

Во втором разделе дается общее представление об анализаторах человеческого организма и специфике их приме-

нения при операторской деятельности (Гиппенрейтер Ю.Б., Носуленко В.Н., Шиффман Х.Р.), познавательных процессах (Тихомиров О.К., Зинченко Т.П.) и особенностях кодирования информации (Зинченко В.П., Мунипов В.М.).

Материалы третьего раздела касаются проблем трудовой деятельности в инженерной психологии. Подобранные тексты затрагивают вопросы динамики трудовой деятельности и проблемности в трудовой деятельности (Дикая Л.Г., Голиков Ю.Я., Костин А.Н.), особенностей формирования перцептивного образа оператора (Стрелков Ю.К.), проблемы ошибочных действий в операторской деятельности (Бодров В.А.) и специфики индивидуальной и групповой работы операторов (Бодров В.А.).

Четвертый раздел посвящен общим описаниям эргономического построения рабочего пространства оператора. Здесь приводятся подходы к изучению эргономичности рабочего пространства (Рудков Н.М., Васильев П.В., Гозулов С.А.), критерии учета эргономических факторов на стадиях разработки СЧМ (Зинченко В.П.), примеры исследования удобства и дискомфорта рабочей позы (Стрелков Ю.К.) и оценки характеристик электронных персональных органайзеров (Барбанщиков В.А., Носуленко В.Н.).

Все тексты, приведенные в хрестоматии, предназначены для самостоятельного изучения и последующего их обсуждения на семинарских занятиях и представляют собой обширную базу для дискуссий студентов по темам разделов и особенности применения полученных знаний на практике в своей профессиональной области.

Манухина С.Ю., к.пс.н.

Раздел I.

Введение в инженерную психологию и эргономику

Тема 1.

Инженерная психология и эргономика как область знаний, отрасль науки и профессия

Стрелков Ю.К. Введение // Инженерная и профессиональная психология. – М.: Издательский центр «Академия», 2005 с. 3–5

Инженерная психология – это область знаний и сфера практики. В центре ее внимания находится человек, управляющий технологическим процессом на заводе, в энергетической системе, на транспорте и т.п. Вместе с другими науками инженерная психология призвана участвовать в изучении, усовершенствовании и проектировании человеческого труда. Быстрое развитие и усложнение техники, расширение условий эксплуатации ведут к возрастанию количества операторских ошибок и их цены. Крупные аварии и катастрофы последних лет связаны с деятельностью операторов, и в то же время идет свертывание фронта фундаментальных исследований операторского труда. Почти полное прекращение перспективных разработок, концентрация сил на небольшом участке практических тем (отбор, оценка), снижение количества внедрений грозят привести к новым человеческим жертвам и большим экономическим потерям.

Изучение и рационализация труда человека за пультом управления должны проводиться вместе с изменением фундаментального подхода: предметом рассмотрения должны стать не только процесс труда (деятельность, переработка информации), но и профессия и даже жизнь трудового человека. В пособии рассмотрены некоторые вопросы, возникшие при изучении

операторского труда в транспортных системах (штурманов, пилотов, диспетчеров), в военном деле, энергетике и металлургии, при этом на первый план выдвинуты не процессы информационного обмена между машиной и машиноподобным человеком, а человек как субъект деятельности (носитель потребностей, мыслей, воспоминаний, восприятий, чувств).

Инженерная психология тесно связана с психологией труда. Возникнув в годы Второй мировой войны, инженерная психология по-новому сформулировала целый ряд проблем человеческого труда, поставила вопросы, которые прежде в скрытой форме стояли перед психологией труда, когда она изучала труд железнодорожников, пилотов, вагонновожатых, морских штурманов. Эффект новизны, связанный с инженерно-психологическими разработками, объясняется тем, что в годы Второй мировой войны резко обозначился новый этап в развитии техники, для которого было характерно:

- широкое применение сложных электронных устройств и автоматов для управления движением различных объектов;

- последующее распространение теории автоматического регулирования, стремление перенести ее на описание психических процессов и использовать для моделирования движений человека;

- приток свежих сил к разработке теории и проектированию человеческого труда – математиков, физиков, инженеров, кибернетиков, биологов и, конечно, психологов. Отрицательную роль сыграл и двадцатилетний перерыв в отечественных исследованиях в области психологии труда и психотехники в период с 1935 по 1955 гг. Отставание в разработке теории и методов психологии сказалось и на отечественной инженерной психологии – она возникла на 20 лет позже, чем в США.

Отечественная инженерная психология стремилась определить предмет и задачи, выделить специфические для нее методы исследования. На первых этапах своего развития, отделяясь от психологии труда, даже стараясь противопоставить себя ей, инженерная психология определялась как «технология коммуникаций» в системах человек и машина, вследствие чего область

теоретических исследований и практических разработок сильно сужалась. Однако утверждать, что инженерная психология является методологией системного инженерно-психологического проектирования также было бы неправомерно, потому что у инженерной психологии недостаточно средств для решения методологических задач. Ориентация на решение организационных проблем кажется более оправданной.

В настоящее время, когда уже более тридцати лет в отечественных университетах работают кафедры эргономики, инженерной психологии и психологии труда, когда подготовлены сотни специалистов, изданы отечественные и переведены зарубежные руководства, можно утверждать, что инженерная психология стала частью сложного узла, в который связаны психология труда, эргономика, гигиена труда и профзаболеваний, судебная экспертиза, трудовая и профессиональная экспертиза, физиология труда и антропометрия, профессиональная ориентация и трудовая реабилитация.

Хотя за последние 15 лет интенсивность разработок в инженерной психологии заметно уменьшилась по причинам экономического и политического порядка, она остается наукой будущего. Это подтверждают и новые изобретения в области робототехники, электроники, связи, транспорта, металлургии, и новейшие исследования, выполненные в инженерной психологии. В них ясно показано, что глубокое знание о человеке стало непременным условием дальнейшего развития не только перечисленных областей, но и всей техники.

Инженерная психология изучает и преобразует труд оператора, выполняющего функции управления сложной системой. Поэтому она теснейшим образом связана с системотехникой, технологией процессов и правоведением. Стремясь полнее и конкретнее представить труд оператора, его профессию в целом, инженерная психология выходит на междисциплинарные границы и именно там обретает свою предметную определенность.

Инженерная психология сосредоточена на проектировании, изучении и преобразовании сложных человеко-машинных систем. Профессиональная психология занимается

изучением, проектированием и преобразованием труда профессионала и его жизни. К двум этим областям примыкает психология труда. Все три лежат в междисциплинарной области, где пересекаются общая, социальная, экспериментальная, возрастная и педагогическая психология, что предполагает владение соответствующими понятиями и методами.

Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Основные концепции рассмотрения техники и роли человека в ней // Психология автоматизации управления техникой. – М.: ИП РАН, 1996, с. 8–12

Неогъемлемыми чертами современного мира и главными особенностями сегодняшнего этапа научно-технического прогресса являются возрастание сложности создаваемых технических объектов, их масштабность и потенциальная опасность, тенденции к повышению степени автоматизации процессов управления. Особенности развития техники приводят к необходимости поиска новых решений таких проблем, как обеспечение надежности и безопасности, определение роли и ответственности человека в процессе ее создания и использования.

Ряд крупномасштабных аварий и катастроф последних лет в разных странах показал, что технику необходимо рассматривать как сложный и противоречивый социальный и природный феномен: с одной стороны, техника создается ради человека, она призвана решать задачи совершенствования и улучшения условий его жизни, служить средством развития общества; с другой стороны, она же, даже независимо от позитивных установок и разумных планов ее создателей и людей, ее использующих, в силу многих причин и факторов, проявляющихся в процессе ее проектирования и эксплуатации, может нанести и непоправимый вред природе и обществу. Поэтому проблема роли и ответственности человека в технике становится очень существенной.

Особенности развития техники и различные аспекты указанной проблемы являются предметом интенсивного изучения в философии техники, инженерной психологии и психологии труда. На разных этапах развития философии техни-

ки возникали различные концепции рассмотрения техники и роли человека в ней. Так, на этапе бурного развития кибернетики и вычислительной техники доминировали различного рода технократические и сциентистские концепции, постулирующие максимальное развертывание технических возможностей общества, технологической рациональности, подчинения социально-политических отношений в обществе научно-техническому прогрессу [7, 11, 12, 14].

Однако реальный характер развития общества опроверг универсальность научно-технического рационализма, не учитывающего возможные негативные последствия технической деятельности для природы и общества и преувеличивающего возможности автоматизации многих сложных технологических процессов. Поэтому в последние десятилетия как альтернатива технократическим представлениям разрабатываются различные концепции социально-антропологической и гуманистической направленности, заявляющие о необходимости рассмотрения закономерностей развития техники в связи с системой социальных отношений, культурным и духовным миром человека [1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13].

Существенной особенностью некоторых гуманистических концепций является то, что техника рассматривается в самом общем, абстрактном виде как средство реализации преобразующей роли человека в природе, как одна из форм его материально-общественной деятельности. И как следствие общности и абстрактности представлений о технике в этих концепциях иногда возникает другая крайность – абсолютизация превосходства человека, низведение роли техники независимо от ее масштабности и сложности до орудия труда человека. Выражением указанной позиции могут быть следующие утверждения В.Г.Афанасьева, который, анализируя проблемы труда в автоматизированном производстве, отмечал, что «никакой самый удивительный прогресс электронно-вычислительной техники не может умалить роли человека. Человек был, есть и на всегда останется центральным звеном системы «человек-ЭВМ», как бы совершенна ЭВМ ни была. Он – творец машины, задает машине программу, контролирует и направляет ход ее выполнения, оценивает варианты действий

и выбирает лучший из них, придает решению законную юридическую силу. Отношение «человек–машина» независимо от того, сколь сложна и производительна машина, есть по сути своей отношение «субъект труда–орудие труда» [3, с. 5–6].

Но такая позиция может оказывать косвенное негативное влияние на человека, эксплуатирующего технику, и приводить к безответственному отношению к ней, так как само понятие «орудие труда» предполагает некоторую произвольность при его использовании. Поэтому справедливо отмечали Ц.Г. Арзаканян и В.Г. Горохов при постановке проблемы разработки новых методологических подходов к рассмотрению современной техники и ее связей с другими сферами знаний и практической деятельности человека, что «необходимо прежде всего критическое преодоление некоторых «новейших» стереотипов, порожденных поверхностным подходом к технике, суждений-клише о том, что техника – система орудий или средств производства» [2, с. 20].

Стереотипы и клише о технике обусловлены еще и тем, что и человек в этих концепциях рассматривается абстрактно, вообще. В то же время, как видно из структуры самой диады «субъект труда – орудие труда», акцент в них косвенно делается на человека-оператора, управляющего техникой. Но ведь существует и другой человек – инженер, разработчик, создающий технику, который оказывается вне рамок этой диады.

Автоматизация приводит к тому, что и тот и другой человек участвует в управлении: оператор – непосредственно, а разработчик – опосредованно, через автоматику. Поэтому становится неоднозначным положение о человеке – субъекте труда, так как тогда необходимо говорить о двух субъектах и, следовательно, возникают вопросы, как соотносятся роли оператора и разработчика в управлении, каков характер взаимоотношений между ними – людьми, представляющими различные профессиональные группы.

Фактически ограниченность крайних позиций в технократических и гуманистических концепциях имеет общую основу – неадекватное рассмотрение техники как некоторого общего явления без понимания принципиальных отличий техники разной степени сложности по особенностям решения

проблем автоматизации, а также и роли человека в ней. Во многом отражением этих концепций являются используемые в настоящее время в инженерной психологии и психологии труда машиноцентрический и антропоцентрический подходы к человеку и технике.

Среди проблем философии техники значительное место занимает проблема ответственности. И действительно, утверждает Х. Ленк, «никогда еще прежде в истории на человека не возлагалась столь большая ответственность, как сегодня, ибо еще никогда он не обладал столь большой – многократно возросшей благодаря технике – властью над другими людьми, а также над другими природными существами и видами, над всей окружающей средой и даже над всем живым на Земле» [5, с. 372].

В силу все большей зависимости природы и общества от результатов технической деятельности человека она должна контролироваться социальными, нравственными, духовными нормами. И в этой связи, как считают, в частности, Т. Адорно, А. Хунинг, прежде всего необходимо утверждение профессиональной этики, профессиональной ответственности среди как инженеров-разработчиков техники, так и персонала по ее эксплуатации – отдельных людей и коллективов – за свою деятельность, за надежность и безопасность функционирования и управления техническими системами, в том числе и за предотвращение неправильного применения техники [1 и др.].

Развитие средств автоматизации по-иному поставило проблему ответственности. Традиционно эта проблема решалась однозначно следующим образом: разработчики техники несли ответственность за ее надежность, а эксплуатирующий технику персонал, операторы отвечали за эффективность и безопасность ее использования. Это решение было достаточно адекватным в условиях, когда процессы управления имели относительно малую степень автоматизации.

Однако возрастание степени автоматизации привело к тому, что разработчики помимо надежности самой техники фактически стали обеспечивать процессы ее использования, создавая автоматизированные режимы управления. Тем самым именно на разработчиков должна была бы возлагаться часть ответственности за использование техники в соответст-

вии с реализуемой ими степенью автоматизации, потому что, например, в случае неадекватной работы автоматики в непредвиденной, непредусмотренной разработчиками ситуации и последующей за этим ошибки оператора встает вопрос, кто больше виноват – оператор или разработчики.

Таким образом, возникает серьезная неоднозначность в распределении ответственности между разработчиками и операторами. Поэтому уже является недопустимым независимое рассмотрение проблем определения роли человека в технике и его ответственности за нее, так как в противном случае возможны неадекватные решения, когда и в полностью автоматических режимах управления техникой ответственность за ее использование все равно возлагается на операторов. Возникающее при этом положение, когда работник, отчуждаясь от процесса труда, «отвечает за то, что сам не делает», отмечал В.А.Пономаренко, анализируя в одной из своих работ последствия автоматизации в социальном аспекте [6, с.13].

Итак, решение проблемы автоматизации должно заключаться в осознании ограниченности односторонних позиций и крайних форм отношения к технике – или технократической, или гуманистической направленности – как позиций либо гипертрофирующих возможности техники и снижающих роль человека, либо абстрагирующихся от конкретных особенностей техники и, наоборот, преувеличивающих значимость человека в управлении ею.

<...>

Вопросы для дискуссий

1. Какие основные причины возникновения инженерной психологии и эргономики Вы можете обозначить?
2. Какова роль инженерной психологии и эргономики в разработке военных технологий?
3. Какие основные исторические периоды развития инженерной психологии Вы можете обозначить?

Литература:

1. Адорно, Т.В. О технике и гуманизме // *Философия техники в ФРГ*. – М. : Прогресс, 1989. – С. 364–371.
2. Арзаканян, Ц.Г., Горохов, В.Г. Предисловие // *Философия техники в ФРГ*. – М. : Прогресс, 1989, с. 3–23.
3. Афанасьев, В.Т. О системе «человек – машина» в автоматизированном производстве // *Психол. журн.* 1990. Т.П. №4. – С. 3–11.
4. Курбанов, Р.О., Мамедов, Н.М. Вопросы техники и технического знания и современной западной философии // *Философские вопросы технического знания*. – М. : Наука, 1984. – С. 253–263.
5. Ленк, Х. Ответственность в технике, за технику, с помощью техники // *Философия техники в ФРГ*. – М. : Прогресс, 1989.
6. Пономаренко, В.А. Размышления о школе // *Вопр. психологии.* 1991. №2. – С. 5–14.
7. Порус, В.Н. «Оценка техники» в интерпретации западных философов и методологов // *Философия и социология науки и техники* / В.Н. Порус. – Ежегодник, 1987. – М. : Наука, 1987. – С. 249–275.
8. Рапп, Ф. Философия техники: обзор // *Философия техники в ФРГ* / Ф. Рапп. – М. : Прогресс, 1989. – С. 24–53.
9. Тавризян, Г.М. Человек в техническом мире. (Критика современных буржуазных концепций). // *Философские вопросы технического знания* / Г.М. Тавризян. – М. : Наука, 1984. – С. 270–289.
10. Фролов И.Т. О человеке и гуманизме: Работы разных лет. – М. : Политиздат, 1989.
11. Bell D. The coming of Post-Industrial Society. N.-Y., 1973.
12. Bzzezinski Z. Between Two Ages. America's Role in Technonronic Era. N.-Y., 1970.
13. Lenk H. Zur Socialphilosophie der Technik. Frankfurt, 1982.
14. Schelsky H. Der Mensch in der Wissenschaftlichen Zivilization. // *Auf der Suche nach Wirklichkeit*. Dusseldorf, Koln, 1965, s. 445–451.

Тема 2.

Методологические и теоретические принципы инженерной психологии и эргономики

Справочник по инженерной психологии / под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982, с. 17–22

Инженерно-психологические методы предназначены для исследования рабочего процесса и поведения оператора, функционирования СЧМ, оценки деятельности оператора, анализа его ошибок и факторов рабочей среды.

Методы инженерно-психологического обследования оборудования служат для получения сведений о назначении и конструкции технических систем, обслуживаемых оператором, их характеристик с точки зрения обеспечения возможностей эффективного достижения целей.

Методы наблюдения за ходом рабочего процесса и поведением оператора необходимы для получения характеристик информационных каналов, динамики поступления информации во времени; временной характеристики работы (непрерывная или дискретная, в условиях дефицита времени, в режиме ожидания); характеристик речевых сообщений (сведений и команд), поступающих к оператору; характеристик неречевой сигнализации (семантика, физические параметры, наличие интерференции или других помех), данных о взаимодействии анализаторов (выделение основного, динамики включения различных анализаторов в работу, степени их загрузки), данных о функции опорно-двигательного аппарата (рабочая поза и поза во время «активного покоя», характер рабочих движений: направление движения, амплитуда, темп, прилагаемые усилия); характеристик оперативной и долговременной памяти; характеристик процессов принятия реше-

ний; характеристик ошибок; данных о волевой и эмоциональной напряженности.

Благодаря *методу беседы* с операторами получают дополнительную информацию об организации деятельности, о субъективном отражении оператором тех или иных операций. Для этого необходимо применение специально разработанного плана беседы в зависимости от психологических особенностей обследуемых.

Метод самоотчета оператора в процессе деятельности используют для анализа деятельности (как мыслительного процесса) на базе её активного отражения в сознании оператора; метод текущего отчета «думание вслух») – для анализа внутренней структуры мыслительных операций.

Методами анкетирования и экспертной оценки определяют уровни напряженности труда; экспертами выступают лица, специально изучившие этот вид деятельности. Анкетирование проводится по типу «свободного ответа» и по типу «выбранного ответа». В первом случае вопросы формулируются таким образом, что обследуемый оператор может написать любой ответ в произвольной форме. Во втором случае после каждого вопроса предлагается перечень возможных ответов, из которых оператор должен выбрать один и подчеркнуть. Удобная шкала для экспертной оценки напряженности в баллах: напряженность практически отсутствует – 0, очень небольшая – 1, умеренная – 2, значительная – 3, большая – 4, чрезвычайно большая – 5.

Для оценки напряженности операторской деятельности также используют *методы дополнительных задач*, в качестве которых выступают сенсомоторные реакции с небольшим алфавитом сигналов, арифметические примеры или простые логические задачи.

С помощью *хронометража* оценивают длительность отдельных трудовых операций, частоту их повторяемости, интенсивность рабочего процесса, продолжительность пауз между отдельными операциями.

Одним из традиционных методов инженерной психологии является *регистрация и анализ ошибок* в работе оператора.

Эксперимент применяют для решения задач, которые с трудом поддаются решению на основе изучения только естественно протекавшего рабочего процесса.

Для получения редко возникающих в трудовой деятельности ситуаций проводят *ситуационный эксперимент*, в котором эти ситуации создаются искусственно. Модели стрессовых ситуаций должны отвечать трем условиям: 1) иметь определенную психологическую направленность, адекватную задачам эксперимента; 2) испытуемые субъективно должны воспринимать их как реальность; 3) должны быть соблюдены этические нормы. Чтобы ситуации воспринимались как реальные, их замысел и осуществление должны быть известны лишь очень узкому кругу лиц. Во избежание нежелательных искажений данных для каждого очередного эксперимента необходимо использовать новую форму модели.

Психофизиологические методы позволяют исследовать организацию физиологических функций организма человека-оператора в процессе деятельности, оценивать и контролировать его функциональное состояние, работоспособность, надежность и эффективность СЧМ. С их помощью исследователи пытаются понять, каким образом мозгу удается скоординировать все сложнейшие процессы, лежащие в основе как управляющих действий оператора, так и одновременно необходимые для поддержания жизнедеятельности его организма.

Чтобы понять возможности современных психофизиологических методов, советуем читателю ознакомиться с книгой Дж. Хэссета. Краткие характеристики психофизиологических процессов, наиболее часто анализируемых инженерными психологами <...>.

В состав комплекса для анализа физиологической информации должны входить датчики, преобразователи и усилители, регистрирующие устройства и устройства математической обработки.

Датчики должны удовлетворять следующим требованиям:

- надежно воспринимать биоэлектрическую и иные формы активности различных систем организма;
- обеспечивать преобразование физиологических процессов в электрические сигналы;

- просто устанавливаться на той или иной части тела оператора или вне его;
- возможно быстрее закрепляться и сниматься; обеспечивать надежный контакт в течение всего времени регистрации (бесконтактные датчики);
- обеспечивать достаточную помехоустойчивость;
- не иметь неблагоприятного воздействия на кожу человека; иметь малое переходное сопротивление и не иметь поляризации;
- иметь габариты и массу, не ограничивающие движений оператора при выполнении задач управления.

Преобразователи и усилители должны наиболее рационально преобразовывать всевозможную логическую информацию к виду «параметр – напряжение»; унифицировать информацию и автоматически «вписывать» ее в универсальные системы цифрового накопления и автоматической обработки информации.

Наиболее распространены типы усилительно-регистрирующей аппаратуры, использующейся в серийных электроэнцефалографах и электрокардиографах. При некоторых модификациях они могут быть применены для решения практически самых разнообразных вопросов психофизиологических исследований.

Для накапливания и обработки больших массивов информации психофизиологические процессы могут регистрироваться с помощью магнитографа. Также применяют магнитоэлектрические осциллографы, самопишущие гальванометры, электронно-лучевые осциллографы с механической разверткой для регистрации высокочастотных процессов, дискретные графические устройства с записью на электрохимическую и электротермическую бумагу.

Одним из методов сокращения объема регистрируемой информации и ее уплотнения является регистрация не всего объема, а только отклонений от установленных границ, регистрация методом гистограмм с определенной частотой опроса. Для этой цели могут применяться как аналоговые, так и цифровые анализаторы, пороговые и логические устройства.

Общими требованиями к схемному и конструктивному выполнению многоканального регистрирующего комплекса, контроля и оценки психофизиологического состояния оператора являются:

- обеспечение идентичности схем измерительных каналов; однотипности характеристик входных и выходных цепей измерительных каналов и схем питания; однотипности коммутационных схем и коммутационных элементов во всех блоках;
- выполнение измерительных каналов с многоцелевым назначением; касетное выполнение каждого измерительного канала в многоканальной аппаратуре;
- унифицирование конструкции блоков, разработка стандартных размеров элементов конструкции и системы размеров с заданным шагом;
- исполнение каждого измерительного канала с низкоомным выходом (по току), рассчитанным на применение магнитоэлектрических осциллографов и самопишущих гальванометров, с высоксо姆ным выходом (по напряжению), предназначенным для регистрации физиологической информации с помощью магнитофонов и современных средств автоматической обработки и преобразования информации. <...>

Математические методы применяются для формализованного описания и построения моделей деятельности оператора. Наиболее часто для построения моделей деятельности применяют следующие теории: информации, массового обслуживания, автоматического управления, автоматов, статистических решений.

Однако метод, одинаково хорошо учитывающий все характеристики деятельности, практически отсутствует. Каждый из приведенных методов учитывает лишь частные характеристики, поэтому при решении инженерно-психологических задач очень часто приходится применять комбинацию тех или иных методов. <...>

Серда Г.К. Методологические основы инженерной психологии // Инженерная психология. – Киев: Издательское объединение «Вища школа» головное издательство, 1976, с. 21-24

В настоящее время инженерная психология переживает период бурного развития, накопления и упорядочения эмпирических данных, возникновения новых теорий и гипотез. Происходит процесс становления инженерной психологии как целостного самостоятельного научного направления. В этих условиях возрастает значение методологических проблем инженерной психологии.

Методологические проблемы в период активного развертывания инженерно-психологических исследований, характеризующихся переходом от собирания отдельных эмпирических фактов к их упорядочению и систематизации, выдвигаются на одно из первых мест, помогают выделить объект и предмет исследования, определить методы их изучения, принципы раскрытия закономерностей в исследуемой области явлений. В конечном итоге методология науки – это ее идейные позиции, определяющие назначение и направление всех ее исследований.

Методологической основой советской науки, в том числе и инженерной психологии, является марксистско-ленинская философия, базирующаяся на материалистическом понимании мира и диалектическом методе его познания. Основными методологическими принципами диалектико-материалистической психологии (в том числе и инженерной) являются детерминизм, связь психики и деятельности, развитие, личностный подход [1].

Принцип детерминизма заключается в материальной причинной обусловленности психических явлений. В мире не существует беспричинных явлений. Это полностью относится и к психической деятельности. Этот принцип имеет большое значение в период накопления и обобщения экспериментальных данных. Только описание (в том числе и количественное, с применением математических методов) различных

явлений, характеризующих деятельность оператора, без объяснения причин их возникновения ведет к нарушению этого принципа и может привести к грубейшим ошибкам. Это особенно необходимо помнить при проведении и обработке результатов инженерно-психологического эксперимента.

Принцип связи психики и деятельности человека подчеркивает ведущую, определяющую роль деятельности в развитии психики. Те или иные психические явления не существуют сами по себе, а проявляются в связи с конкретной деятельностью человека. Поэтому и инженерная психология изучает не просто психические процессы человека-оператора, определяет различные характеристики психических процессов не вообще, а применительно к конкретному виду операторской деятельности. Несоблюдение этого принципа проявляется часто в том, что характеристики психических процессов, полученные для одних условий деятельности, некритически, без всякого анализа переносятся на другую деятельность. Кроме того, иногда ведут речь о некоторых абсолютных характеристиках психических процессов человека-оператора (памяти, внимания, мышления и т. д.) без всякой связи с конкретной деятельностью.

Принцип развития психики учит, что психическая деятельность человека не может быть понятой до конца, если ее рассматривать статично, вне движения и развития. Инженерная психология рассматривает развитие не только в количественном, но и в качественном отношении. Так, например, психическая деятельность обученного оператора и количественно (меньше ошибок, большая точность и т.д.), и качественно отличается от психической деятельности оператора-ученика (различна степень имеющихся навыков, по-разному осуществляется организация запоминания необходимой информации и т.д.).

Личностный подход как методологический принцип советской психологии заключается в понимании личности как совокупности внутренних условий, через которые преломляются все внешние воздействия. В соответствии с личностным подхо-

дом ни одно психическое явление, проявляющееся в деятельности человека-оператора, а следовательно (в соответствии с принципом единства психики и деятельности) и сама деятельность не могут быть правильно поняты без учета их личностной обусловленности. Несоблюдение этого принципа проявляется в том, что иногда результаты, полученные для одного оператора, распространяются без всякого анализа и на других операторов. Иногда же, наоборот, усредненные данные для группы операторов присваиваются и каждому отдельному оператору. При этом игнорируется тот факт, что одни и те же условия могут вызвать различные реакции у разных людей.

Рассмотренные принципы являются справедливыми для всей советской психологии. Однако инженерная психология имеет и свои специфические принципы, которыми необходимо руководствоваться при исследовании взаимодействия человека с современной техникой. Специфические методологические принципы инженерной психологии могут быть разбиты на две группы: общие и частные. Классификация этих принципов представлена на рис. 1.

Общими принципами необходимо руководствоваться при решении всех основных задач инженерной психологии. Частные принципы справедливы при решении отдельных задач и могут быть не обязательными при решении других задач. К числу общих принципов относятся следующие [2]:

1. Принцип комплексности. Согласно этому принципу конечным объектом оптимизации при решении задач инженерной психологии являются не характеристики человека или машины в отдельности, а характеристики СЧМ в целом. Только создание благоприятных условий для деятельности человека или работы машины без учета того, каким путем это достигается, насколько это возможно и целесообразно с экономической точки зрения, какими при этом будут характеристики СЧМ, является нарушением этого принципа. Выполнение принципа комплексности предполагает безусловное обеспечение допустимых норм деятельности оператора и работы машины.

2. Принцип непрерывности. Согласно этому принципу выполнение инженерно-психологических требований должно быть обеспечено на всех этапах существования

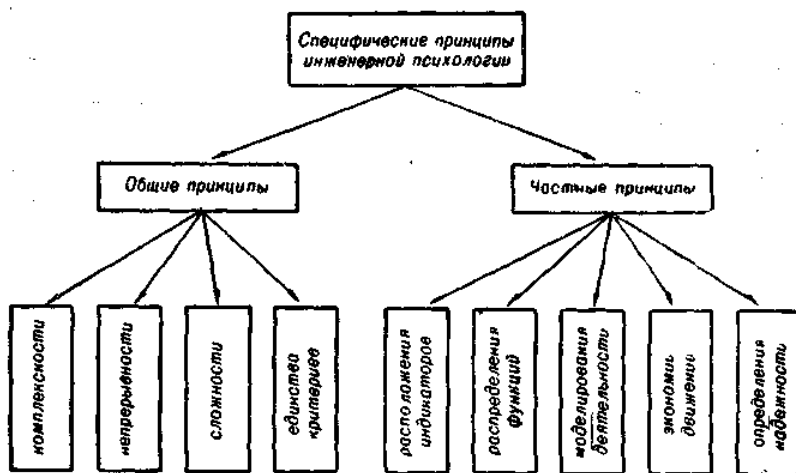


Рис. 1. Методологические принципы инженерной психологии

СЧМ: проектирования, создания и эксплуатации. Выполнение этих требований есть не разовое мероприятие, а непрерывный процесс оптимизации основных характеристик СЧМ.

3. Принцип сложности. Учет инженерно-психологических требований необходим при оптимизации весьма сложных систем. Для оптимизации простых систем и устройств достаточно накопленного опыта.

4. Принцип единства критериев. Деятельность человека и работа машины должны быть описаны, по возможности, с помощью одних и тех же критериев. Только при таком условии возможно проведение анализа и оптимизации СЧМ. Это, безусловно, не отрицает возможности использования специфических для человека или машины критериев при частном анализе каждого из этих звеньев в отдельности.

Кроме рассмотренных принципов, в инженерной психологии используется и целый ряд частных принципов. К их числу относятся принципы расположения индикаторов и органов управления в поле деятельности оператора, распределения функций между человеком и машиной, моделирования деятельности оператора, экономии движений, оценки надежности СЧМ и другие. Эти принципы непосредственно вытекают из общих принципов и применяются при решении отдельных задач. <...> Это проблема неопределенности и проблема критерия.

Проблема неопределенности связана с необходимостью учета большого количества взаимосвязанных между собой факторов (их около полутора тысяч), влияющих на деятельность оператора. Решение этой задачи не всегда возможно математическим путем. Одним из средств решения задачи может быть диалектическая логика, поскольку категории «взаимодействие», «бесконечность» являются не только математическими, но и логическими. Поэтому настоятельной необходимостью является применение диалектического метода к статистическим фактам эмпирической инженерной психологии.

Проблема критерия особенно остро возникает при решении задачи инженерно-психологического проектирования, когда нужны не только показатели качества работы техники, но и количественные характеристики деятельности оператора. При этом необходимо выбрать такой критерий (систему критериев) деятельности оператора, который мог бы наиболее полно охарактеризовать в количественном отношении деятельность оператора. Кроме того, критерии должны быть такими, чтобы по ним можно было собрать необходимую информацию, т.е. получить количественное выражение для этого критерия. Следовательно, данная проблема должна решаться как проблема выбора критерия и сбора данных по нему. При невозможности выполнения любого из рассмотренных требований следует выбрать другой критерий.

Вопросы для дискуссий

1. Какие основные методологические принципы инженерной психологии Вы можете обозначить?
2. В чем заключается специфичность инженерной психологии в кругу психологических наук?
3. В чем выражается принцип единства критериев?

Литература:

1. Методологические и теоретические проблемы психологии / под ред. Е.В. Шороховой. – М. : Наука, 1969.
2. Смирнов Б.А. Принципы и структура инженерно-психологического проектирования // Прикладные вопросы инженерной психологии /Б.А. Смирнов. – Таганрог. : Изд-во Таганрогского радиотехнического института, 1974.

Раздел II.

Особенности принятия и обработки информации человеком-оператором в системе СЧМ

Тема 3.

Роль анализаторов при приеме и обработке информации

Гиппенрейтер Ю.Б. Движение глаз в незрительных видах деятельности // Движение человеческого глаза. – М.: Издательство МГУ, 1978, с.229-234

При решении незрительных, или «общих», задач образуются сложные взаимосвязи между процессами основной деятельности и движениями глаз. Учет этих связей необходим при использовании движений глаз для расшифровки процессов деятельности.

К сожалению, эта очевидная необходимость реализуется далеко не всегда. Более того, в нашей литературе наметилась тенденция интерпретировать движения глаз по принципу «короткого замыкания»: им часто приписываются функции, составляющие содержание основных действий субъекта. Примером могут служить некоторые работы, посвященные анализу решения мыслительных задач, где движения глаз, регистрируемые в ходе решения задач, характеризуются как выполняющие «собственно интеллектуальные функции» [4], как отображающие «гностическую динамику» [3], как средства, обеспечивающие «формирование концептуальной модели», «визуализацию и переструктурирование проблемной ситуации» [1].

Учет реального места движений глаз в структуре процессов деятельности позволяет четко осознать триразличный принципа, которым подчиняется их организация.

I. Первый из них – «принцип целесообразности». В соответствии с ним движения глаз организуются во всех тех случаях, когда эти движения несут полезную функцию.

В незрительных видах деятельности он принимает форму более частного принципа «двойного опосредствования». Принцип двойного опосредствования, как об этом говорит само его название, выражает систему двухступенчатой зависимости движений глаз от основных действий. При своей организации мыслительные, мнемические, двигательные и другие действия, образно говоря, «вербуют» зрительные перцептивные процессы, подчиняя их своим целям. Те же, в свою очередь, осуществляют организацию движений глаз: движения глаз возникают в те моменты и в такой форме, которые необходимы для обеспечения зрительной афферентации основных действий.

Осознание принципа двойного опосредствования очень полезно в методическом отношении. Оно помогает найти правильные, пути исследования зрительных перцептивных процессов.

Говоря, что наше поведение регулируется образами, мы сильно огрубляем фактическое положение вещей. Часто нашими действиями управляют не совсем те образы, которые мы имеем в виду, а часто – и совсем не образы. Перцептивные процессы, обслуживающие общие, незрительные, действия, практически еще не исследованы в психологии восприятия. Метод самонаблюдения, столь много сделавший в отношении образов, практически непригоден для исследования «латентных» перцептивных процессов. Вот почему здесь особенно ценен любой объективный метод, в том числе и метод регистрации движений глаз.

Однако при использовании и этого метода доля потерянной информации значительно превышает ту, которая остается на записи в виде скачков, дрейфов и фиксаций. Восстановление части потерянной информации идет в форме выдвигания гипотез, которые нуждаются в дополнительных проверках.

Принцип двойного опосредствования подсказывает нам пути такой проверки. Помимо обычного хода: от движений

глаз – к заключению о зрительных процессах, – в наших руках оказывается еще один методический ход: к тем же перцептивным процессам от анализа условий решения общей задачи.

Экспериментальной иллюстрацией как самого принципа двойного опосредствования, так и метода «встречного движения» к зрительным процессам («снизу» – от анализа движений глаз и «сверху» – от рассмотрения условий решения задачи) является исследование процесса ручного слежения <...>. Одним из основных результатов его было выявление принципиально различных способов движений глаз при разных режимах решения основной задачи. Оказалось, в частности, что в первом режиме (движение зрительной цели «жестко» связано с движением рукоятки) глаза находились преимущественно в центре зоны, игнорируя движение цели; во втором режиме (движение рукоятки влияло на движение цели с запаздыванием) они, наоборот, хорошо отслеживали цель. Этот результат заставил предположить, что в описанных режимах испытуемый работает различными оперативными полями: большим при жесткой связи рукоятки с целью и малым при связи с запаздыванием. Этот вывод означал «ход» от движений глаз к зрительным процессам.

Он мог быть подкреплён «ходом» в противоположном направлении: анализом влияния условий решения основной задачи на процессы зрения. Вопрос можно было поставить так: почему изменение режима управления целью приводит к изменению размеров оперативного поля? Обычно сужение оперативного поля связано с усилением зрительного внимания; действительно ли использованные режимы требовали разной степени зрительного внимания и если да, то почему?

Анализ показал, что в первом режиме сигнал «слушается» испытуемого, во втором же является для него почти неуправляемым: запаздывание рукоятки было соизмеримо с частотой случайных возмущений сигнала. Ситуация второго режима очень напоминала фантастическую игру в крокет, описанную в «Алисе в стране чудес» Л. Кэрроллом, где рукоятками молотков служили извивающиеся шеи фламинго. Персонажам сказки

приходилось в буквальном смысле «не спускать глаз» со своих «молотков», чтобы попасть по шару. Если воспользоваться еще раз образным сравнением, то можно сказать, что в первом режиме рукоятка была связана с сигналом так же жестко, как ручка деревянного молотка с его ударной поверхностью. В результате испытуемые имели возможность получать дополнительную информацию о движениях цели от системы, управляющей движением руки. Это в значительной степени разгружало зрение. Во втором же режиме информацию об эволюциях сигнала испытуемые могли получать только через зрение. «Ответственность» зрения повышалась, и, как результат этого, происходило сужение оперативного поля зрения.

Мы видим, таким образом, как сочетание двух направлений анализа повышает достоверность выводов, получаемых при реализации только одного из них.

II. Следующий принцип составляет как бы прямую противоположность первому. Вслед за Ч. Дарвином его можно назвать «принципом в силу устройства органа» [У.Ч. Дарвина он называется «принципом прямого воздействия возбужденной нервной системы на тело» (Дарвин, 1952, с. 733), но сказать, что в первом режиме рукоятка была связана с сигналом так же жестко, как ручка деревянного молотка с его ударной поверхностью. В результате испытуемые имели возможность получать дополнительную информацию о движениях цели от системы, управляющей движением руки. Это в значительной степени разгружало зрение. Во втором же режиме информацию об эволюциях сигнала испытуемые могли получать только через зрение. «Ответственность» зрения повышалась, и, как результат этого, происходило сужение оперативного поля зрения.]. В ходе решения общих задач могут возникать такие периоды, когда полностью исчезает необходимость в работе зрения: субъект может, например, целиком переключиться на сигналы слуховой модальности или сосредоточиться на умственной деятельности, не опирающейся на зрительные образы. В эти периоды относительного бездействия зрительной системы, естественно, лишаются функциональной нагрузки и

движения глаз. Однако они не прекращаются, а могут лишь изменить свою форму. Так, в периоды глубокой задумчивости отмечаются затяжные фиксации, сопровождающиеся иногда дрейфами. Факты показывают, что эти , дрейфы имеют ту же природу, что и произвольные дрейфы при фиксации точки: они определяются активностью низкоуровневого центра, который в ситуациях «отключения зрения» высвобождается из-под влияния высших окуломоторных центров. Отсюда – большая амплитуда и большая скорость этих движений.

Следовательно, если мы захотим объяснить, почему в периоды незрительного сосредоточения возникают движения глаз того или иного типа, то правильно будет ответить: «в силу устройства органа» (т.е. глазо-двигательной системы). Никакой содержательной связи с основным процессом деятельности эти движения не имеют. Двигательный аппарат глаз вместе со всей зрительной системой «выходит из игры»; он перестает существовать в качестве вспомогательной подсистемы и начинает функционировать в соответствии с собственной «логикой». (Высвобождение низкоуровневых механизмов при снятии регулирующих влияний со стороны высших центров характерно и для многих других систем организма.)

Очевидно, что принцип «в силу устройства органа» не может быть применим к исследованию зрения, поскольку реализуется в периоды незрительной активности. Однако в случае анализа сложных динамичных форм общей деятельности выявление таких периодов может представить специальный интерес, иногда чрезвычайно важный в практическом отношении, как, например, в случаях обнаружения состояний «пустого зора». В наших исследованиях проявления этого принципа обнаруживались в следящих движениях уровня I <...>, в «умственном» фиксационном оптокинетическом нистагме (ФОКН) <...>, в фиксациях повышенной длительности, сочетавшихся с повышенной скоростью произвольных дрейфов при чтении сложного текста [2].

Ш. Третий принцип занимает как бы промежуточное положение между двумя описанными и может быть назван «прин-

ципом квазицелесообразности» [Его аналог также описан Ч. Дарвином под названием «принцип полезных ассоциированных привычек» (Дарвин, 1953).]. В соответствии с ним в условиях, которые в силу своего характера лишают движения глаз какого-либо смысла, движения глаз все-таки возникают, и именно в форме, в которой при обычных-условиях они были бы целесообразными. Речь идет либо об искусственных экспериментальных условиях, либо о естественных, но чрезвычайно редких ситуациях.

В качестве примера первых можно привести эксперименты со стабилизацией объекта относительно сетчатки [1]: попытки рассмотреть периферические части объекта, помещенного на присоску, неизменно сопровождаются «установочными» движениями глаз, которые, естественно, не приводят к желаемой цели – установке фовеа. Характерно, что знание принципиальной невозможности навести фовеальную область на интересующие детали объекта не останавливает наблюдателя от повторения таких движений. Наводящая система глаз, получившая «заказ» от зрения, срабатывает с той же «непреодолимостью», которая характерна для любых автоматизированных операций.

Примером действия разбираемого принципа в более естественных условиях являются движения глаз, сопровождающие попытки зрительно представить предмет. Отнюдь не умаляя значения плана внутренних зрительных образов, мы все же должны признать его несравненно меньший удельный вес по сравнению с планом актуального зрительного восприятия как по общему отводимому ему времени, так и по функциональной нагрузке и роли в нашей жизни. «Внутреннее» зрение, конечно, является производным от «внешнего»; точно так же движения глаз, сопровождающие первое, являются производными от движений, обслуживающих второе. Последние можно расценить как «моторный отголосок» движений, потерявших свою первоначально целесообразную роль.

<...>

Итак, целесообразные движения, отработавшиеся в прошлом в типичных ситуациях, становятся почти автомати-

ческими и воспроизводятся в сходных обстоятельствах, где, однако, они могут оказаться бесполезными. В этом и заключается «принцип квазицелесообразности». Мы специально подчеркиваем действие этого принципа, чтобы противопоставить его уже упоминавшейся тенденции видеть целесообразность в любых движениях глаз и включать их в интимные механизмы текущей деятельности.

Литература:

1. Зинченко, В.П., Вергилес, Н.Ю. Формирование зрительного образа / В.П. Зинченко, Н.Ю. Вергилес. – М. : МГУ, 1969.
2. Конькова, О.В. ФОКН применительно к анализу процессу чтения // Исследование зрительной деятельности человека. / О.В. Конькова. – М.: МГУ, 1973, с.84-93
3. Поспелов, Д.А., Пушкин, В.Н. Мышление и автоматы / Д.А. Поспелов, В.Н. Пушкин. – М. : Советское радио, 1972.
4. Телегина, Э.Д. Движение глаз в структуре интеллектуальной и мнестической функции // психологические исследования. Вып. 2. Э.Д. Телегина. / – М. : МГУ, 1970. – С. 93–98.
5. Тихомиров, О.К. Структура мыслительной деятельности человека /О.К. Тихомиров. – М. : МГУ, 1969.

Носуленко В.Н. Физические модели звука // Психология слухового восприятия. – М.: Наука, 1988, с. 43–71

Прежде чем классифицировать физические модели звука, рассмотрим основные способы описания и характеристики звуковых сигналов, наиболее часто применяемые в психоакустических исследованиях. Проводя анализ используемых физических моделей звука, основное внимание будем уделять способам описания сложных звуков. При этом в нашу задачу

не входит подробный обзор огромного числа работ, посвященных вопросам математического описания сигналов. Здесь будет только в самом общем виде продемонстрировано, как используемый для описания физических характеристик звука математический аппарат может быть применен при изучении процессов образного отражения. Укажем также, какие ограничения накладывает на его использование специфика изучаемых явлений. В данном анализе использовался в основном материал, изложенный в работах по акустике и теории сигнала [3, 5, 22, 29, 43].

Основные способы описания звукового сигнала

В соответствии с общим представлением звуковые сигналы излучаются источниками звука, которые определенным образом рассредоточены в пространстве. Распространяясь в виде звуковых волн в окружающей среде, они достигают барабанной перепонки уха и таким образом становятся объектом восприятия. Эти звуковые сигналы могут быть описаны временной функцией звукового давления $P(t)$. Вид функции $P(t)$ зависит от пространственной и временной структур звуковых полей, которые определяются характером сигналов, излучаемых источниками звука, а также количеством источников и особенностями их распределения в пространстве.

Звук, как и любой сигнал, представляющий собой функцию времени (звуковое давление, колебательная скорость, электрическое напряжение и т. д.), может быть разложен в ряд элементарных сигналов. Так, эту функцию можно представить в виде последовательности коротких импульсов. Другой способ представления Ложного сигнала связан с разложением сигнала на гармонические колебания (непрерывные тоны), с помощью преобразования Фурье. По определению, непрерывные тоны – это сигналы, энергия которых сосредоточена в наиболее узкой полосе частот. Условию сосредоточения энергии сигнала в возможно более узком временном интервале удовлетворяют короткие импульсы. В нашем исследовании будут обсуждаться особенности восприятия сложных звуко-

вых сигналов, к которым относятся все реально окружающие человека звуки. Рассмотрим некоторые способы описания таких сигналов.

Природные звуки, звуки речи, музыки, шумы и другие звучания акустического окружения человека обычно рассматриваются как случайные сигналы весьма нерегулярной формы. Свойства таких сигналов определяются их статистическими характеристиками, которые отображаются в виде распределения случайных величин по уровню, по частоте и по времени. Среди основных характеристик звука выделяют среднее значение уровня, динамический диапазон, спектр, частотный диапазон и корреляционные функции [22].

Динамический диапазон акустического сигнала характеризует диапазон изменения его уровней. Графически представленная зависимость уровня сигнала от времени называется уровнемграммой.

Введено понятие квазимаксимального уровня сигнала $L_{\text{макс}}$. По определению относительная длительность существования уровней ниже $L_{\text{макс}}$ равна 2% для музыкальных сигналов, и 1% - для речевых. Одновременно принято и понятие квазиминимального уровня $L_{\text{мин}}$. Относительная длительность существования уровней не ниже $L_{\text{мин}}$ составляет соответственно 99 и 98% (соответственно относительная длительность существования уровней не выше квазиминимального будет составлять 2 и 1%). Динамическим диапазоном называется разность квазимаксимального и квазиминимального уровней $L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}}$.

Средний уровень интенсивности акустического сигнала определяют как средний статистический для отдельных длительных интервалов времени и измеряемой прибором, имеющим постоянную времени не менее 3 – 5 с. Разность между квазимаксимальными и усредненными уровнями называют пик-фактором ($\Pi = L_{\text{макс}} - L_{\text{ср}}$)

Сложный акустический сигнал, как правило, имеет непрерывно изменяющуюся форму и состав частотного спектра. Спектры звуков могут быть дискретными, сплошными и сме-

шанными, высокочастотными и низкочастотными. Для случайных сигналов вводится понятие энергетического спектра, показывающее среднюю мощность, приходящуюся на 1 Гц при заданной частоте. Частотный диапазон сложного акустического сигнала определяют из кривой спектральных уровней [22, 43].

Как видим, при изучении сложных звуков обычно используют не абстрактные математические описания, а описания, полученные на основании физических измерений конкретных звуковых сигналов. К настоящему времени накоплен значительный эмпирический материал о параметрах натуральных сигналов, полученный из анализа самых разнообразных звучаний [13, 16, 53–55, 64, 67].

Рассмотрим некоторые результаты такого анализа.

Среди работ, посвященных измерению и описанию свойств сложного звукового сигнала, следует отметить исследования А. В. Римского-Корсакова [42], а также А.В. Шитова и В.Г. Белкина [56]. А.В. Римский-Корсаков впервые предположил, речевой и музыкальный сигнал по своим статистическим свойствам подобны стационарному случайному процессу, модулированному другим случайным процессом по амплитуде. Эта модуляция, по-видимому, происходит с периодами, значительно более низкими, чем периоды, соответствующие музыкальным тонам или высоте основного тона речи, и она не коррелирована сколько-нибудь заметно с периодичностями, определяющими высоту тона в сигнале. Данное предположение подтверждено в исследовании Ю.А. Индлина [21], который показал, что музыкальные и речевые сигналы нужно рассматривать как реализацию нормального случайного процесса, модулированного по дисперсии другим случайным процессом. Иными словами, такие звуковые сигналы представляют собой реализацию нормального случайного процесса, нестационарного относительно дисперсии.

А.В. Шитов и В.Г. Белкин поставили задачу специального исследования статистических свойств звучаний речи, музыки и шумов.

В качестве образцов сигналов они использовали отрывки фортепьянной, оперной, камерной, эстрадной и симфонической музыки, а также фрагменты дикторской речи, художественного чтения и шумов. По результатам статистических измерений были получены аппроксимации, позволяющие формально описывать мгновенные значения сигналов. Для количественной оценки различий статистических свойств сигналов в пределах каждой из исследованных групп использован коэффициент эксцесса распределения этих мгновенных значений. Коэффициент эксцесса однозначно определяет форму кривой плотности вероятности сигнала и характеризует степень ее близости к нормальному закону. Наибольшее значение этот коэффициент принимает для речевых сигналов (от 3,5 до 6,5), в то время как для большинства музыкальных звучаний он заключается в пределах от 0,5 до 3. Для белого шума коэффициент эксцесса равен нулю.

Величина эксцесса представляет для нас большой интерес, поскольку позволяет судить о некоторых, важных для анализа свойствах сигнала. Так, сигналы с частыми, хотя бы и очень короткими паузами (что характерно, например, для речи и некоторых видов музыки) должны иметь повышенную плотность вероятности в областях, близких к нулю значений, и, следовательно, высокий эксцесс. У сигналов с островершинным распределением обычно отмечается повышенная вероятность больших выбросов (пиков) [55]. Кроме коэффициента эксцесса исследовались также такие статистические параметры звучаний, как среднеквадратичное и среднее значение сигнала, энтропийная мощность, пик-фактор и форм-фактор сигнала. Обнаружена достаточно высокая статистическая связь между эксцессом распределения многомерных значений звука и пик-фактором. Приведены количественные значения всех указанных статистических параметров для каждого из исследованных образцов звучаний.

В исследовании А. В. Шитова и В. Г. Белкина [56] большое внимание уделяется анализу спектральных характеристик и корреляционных функций натуральных звуков. Из

спектральных характеристик приведены данные распределений текущей мощности в различных частотных полосах и спектры максимальных и средних значений мощности. Обнаружены значимые различия в использованных сигналах по этим параметрам.

Спектр звучаний представляет собой наиболее комплексную и многомерную характеристику для описания сложных звуковых сигналов. Необходимо отметить, что используемое здесь понятие спектра сложного сигнала имеет статистический смысл, достаточно далекий от классического определения спектра через преобразование Фурье. Спектры сигнала в психоакустике отражают связь максимальной и средней мощности, спектральной плотности мощности или уровня сигнала со средней частотой исследуемой полосы сигнала. Спектральная характеристика позволяет выявить структуру звука, а ее динамика – развитие этой структуры, соотношений интенсивностей частичных тонов во времени. Как показали измерения спектров речи и музыки [52, 56], самые высокие уровни сигналов почти всегда отмечаются в частотной полосе со средней частотой около 500 Гц; исключением является эстрадная музыка, где более нагруженной оказывается полоса со средней частотой 1000 Гц.

Наряду с рассмотренными характеристиками сигналов, важными для их описания являются корреляционные функции, которые позволяют судить об уровне интерференционных эффектов при сложении нескольких сигналов, другими словами, о степени когерентности сигналов. Эти, эмпирически получаемые зависимости отражают статистическую связь между двумя сигналами, в той или иной мере зависимыми друг от друга (взаимная корреляция), или между сигналом и его запаздывающим повторением (автокорреляция). При анализе речевых или музыкальных сигналов особый интерес представляет автокорреляция, характеризующая связь между прошлыми и будущими значениями сигнала. Однако следует помнить, что автокорреляционные характеристики этих сигналов, так же как и текущая мощность, являются случайными

функциями времени, которые отражают статистическую неоднородность звука.

По временным характеристикам все акустические сигналы делят на стационарные и нестационарные. Если при увеличений интервала усреднения средние значения мощности каждого из сигналов стремятся к одному и тому же предельному значению, не зависящему от времени, то такие сигналы называют стационарными.

В этом случае функция автокорреляции также стремится к некоторому пределу, зависящему от времени запаздывания. Если при увеличении интервала усреднения величины мощности и функции автокорреляции не имеют предельных значений, а непрерывно изменяются со временем, то такие сигналы называют нестационарными. Речевой сигнал можно отнести к стационарному в интервале от 3–5 с до 15 с. Для музыкальных программ этот интервал иногда доходит до 60 с.

Отдельное направление в описании сигналов связано с проникновением в эту область аппарата теории информации [31, 41]. Делается попытка оценить информационную емкость сигнала, т.е. установить связь между параметрами сигнала и количеством информации, которую можно передать с его помощью. В данном разделе мы не будем подробно останавливаться на возможностях информационного описания звукового сигнала. Отметим только, что наиболее разработанными оказались описания речевых и музыкальных звуков [34–36]. При этом обнаруживается, что чисто физические описания информационных возможностей звукового сигнала, без учета специфических особенностей приемника сообщения – человека, мало что дают для изучения звука в рамках психоакустики. Достаточно сказать, что в самом общем смысле наибольшей информационной емкостью обладают сигналы типа белого шума. Ясно, что для человека такой сигнал как раз наименее информативен.

Что касается анализа процессов восприятия с позиций информационного подхода, то в этой области имеется значи-

тельное количество разработок [7, 34–36]. В рамках теории информации сенсорная система человека рассматривается в качестве некоторого канала связи, а оценка информационных возможностей этого канала производится, как правило, на основании данных, полученных в традиционных психоакустических экспериментах [62, 63]. Более детальный анализ особенностей таких подходов мы намерены осуществить в следующей главе.

Таким образом, даже из приведенного нами беглого обзора видно, что существует множество вариантов описаний сложного звука, основанных на различных характеристиках звукового сигнала. При этом описание большинства звуков реального акустического окружения человека, характеризующихся статистической неоднородностью, можно получить только непосредственно из данных измерений параметров конкретных сигналов.

Такое разнообразие существующих физических моделей ставит нас перед трудной проблемой выделения системы физических параметров, адекватной системе признаков, характеризующих структуру образа восприятия сигнала. Для оценки путей решения этой проблемы попытаемся, хотя бы в самом общем виде, систематизировать физические модели, принятые для описания акустических явлений.

Классификация физических моделей звука

Рассмотрим возможности построения классификации звуков акустического окружения человека на основании существующих способов физических описаний звукового сигнала. Как было показано, имеется значительное количество возможностей подобной Классификации, поэтому предлагаемый вариант не следует рассматривать в качестве единственного и окончательного. Вместе с тем в нем сгруппированы практически все звучания, с которыми приходится сталкиваться человеку в его жизни. Общий вид предлагаемой классификации представлен на рис. 1.

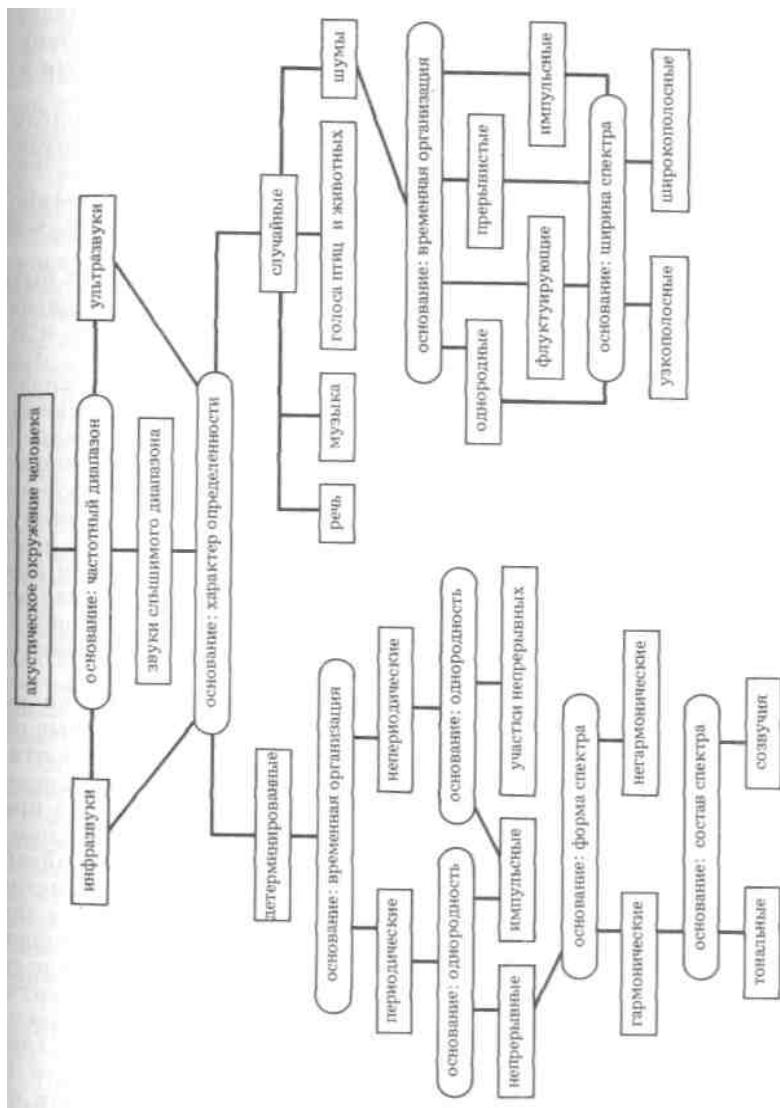


Рис. 1. Классификация физических моделей звука

В качестве одного из самых общих оснований разделения звуковых сигналов обычно рассматривается частотный диапазон. При этом в акустике выделяются инфразвуки (как правило, с частотами, ниже 16–20 Гц), звуки слышимого диапазона (обычно 20–20 000 Гц) и ультразвуки, превышающие по частоте звуки слышимого диапазона. Казалось бы, по определению, для изучения слухового восприятия достаточно ограничиться анализом звуков только слышимого диапазона. Однако если подходить к восприятию как к процессу формирования целостного образа, синтезирующего в себе данные разных сенсорных модальностей, то мы обязаны учитывать как инфранизкие, так и ультравысокие составляющие в воспринимаемом звуке, информацию о которых человек может получать и по неслуховым сенсорным каналам. Практика подтверждает это положение: звуки органной музыки, например, теряют многие качества воздействия на слушателя, если частотный диапазон сигналов ограничить только слышимой полосой частот. Имеются данные о том, что инфранизкие составляющие содержатся даже в звуках человеческого голоса [37]. Их воздействие также должно учитываться при анализе характеристик образа восприятия. Сохраняя для анализа процессов слухового восприятия все три указанные группы сигналов, необходимо понимать, что это разделение является достаточно общим и каждая из трех групп содержит огромное число реально присутствующих в звуковой среде сигналов.

Далее мы будем стремиться придерживаться оснований, соответствующих классическому представлению теории сигналов [29]. Исходя из этого, следующим основанием классификации физических описаний целесообразно выбрать характер определенности сигнала. В соответствии с этим звуки делятся на детерминированные и случайные сигналы. Детерминированными называются такие сигналы, которые могут быть заданы в виде некоторой определенной функции времени. Соответственно случайные сигналы представляют собой хаотические функции времени.

Рассмотрим группу детерминированных звучаний. Среди них выделены периодические и непериодические

звуки, т.е., в качестве основания классификации принимается временная организация звукового объекта. Периодическим сигналом называется, если существует конечный отрезок времени T , отвечающий условию $S(t) = S(t+T)$. Непериодические звуки часто рассматривают как отдельные временные участки периодических.

По основанию однородности периодические сигналы можно разделить на непрерывные и импульсные. Соответственно непрерывные звучания бывают гармоническими и негармоническими. Такое деление в своем основании имеет форму спектра сигнала. К гармоническим относятся сигналы, в линейчатом спектре которых может быть четко выделен ряд гармоник. Если среди этого ряда в составе спектра имеется одна основная гармоника, то звуки называют тональными. Если же в спектре звучания выделяются гармоники, не связанные жестко по частоте, то данный звук представляет созвучие. Следует отметить, что для такого четкого разделения звуков не всегда удастся провести границу между различными их классами.

Негармонические сигналы по своим характеристикам приближаются скорее к шумовым – в спектре такого звука часто трудно выявить закономерную связь между отдельными гармониками. Однако существенное отличие негармонического детерминированного звука от шумов связано с тем, что его спектр линейчатый, в то время как спектр шума является сплошным.

Как мы уже отмечали, к непериодическим звукам могут быть отнесены отдельные участки периодических, т.е. деление сигналов на периодические и непериодические достаточно условно и зависит от длительности исследуемого фрагмента звучания. Этот важный момент необходимо учитывать при организации исследования, поскольку в экспериментах обычно используются звуки ограниченной, относительно малой, длительности. Представление такого сигнала как периодического может оказаться не вполне адекватным для последующего анализа получаемых результатов.

Большинство звуков, которые слышит человек, не являются строго детерминированными и гармоническими, а со-

держат некоторые случайные компоненты. В широком смысле все звуки акустического окружения человека представляют собой случайные сигналы, так как невозможно точно предсказать многие изменения в естественных условиях формирования и распространения звуков.

При анализе таких случайных сигналов обнаруживается несколько групп звучаний, выделяемых акустиком в отдельные области изучения. К ним относятся звуки речи, музыки, голоса птиц и разных животных, обширная группа шумов. Однако строгих оснований для разделения этих групп сигналов, как правило, не приводится. Более того, в зависимости от глубины анализа и полноты описания исследуемые звуки могут относиться как к случайным сигналам, так и к детерминированным по некоторому параметру. Так, например, в качестве главной особенности музыкальных звуков часто выделяется их периодичность или квазипериодичность во времени. Это позволяет описывать спектры звучания в виде совокупности дискретных составляющих, частоты которых кратны наиболее низкому компоненту (основному тону), составляя по отношению к нему натуральный числовой ряд. Тогда можно говорить, что музыкальные звуки относятся к гармоническим, а их спектр по своей структуре линейчатый (дискретный). Таким образом, если известен спектр звука, то известны (детерминированы) частоты каждой гармоники и их относительный или абсолютный уровень интенсивности [9, 30].

Очевидно, что такое представление является в значительной мере приближенным. Характерно, что в своей «Теории звука» Дж.В. Стретт (Лорд Релей) [49] предлагает в качестве самого простого вида классификации звуков разделение их на музыкальные и немзыкальные, называя первые нотами, а вторые – шумами. Однако автор подчеркивает, что границу между этими классами звуков провести достаточно трудно, поскольку, во-первых, редкие ноты свободны от всякого немзыкального сопровождения, а во-вторых, многие естественные шумы имеют настолько музыкальный характер, что им можно приписать определенную высоту; т.е. музыкальные звуки ста-

новятся детерминированными только на определенном уровне упрощения их описания.

Аналогичные рассуждения можно провести и в отношении описаний речевых звуков. Что же касается звуков голосов птиц и животных, то в биоакустике их дают часто как строго детерминированные сигналы. Эта детерминированность касается в основном параметра спектрального состава изучаемых звуков. Классификация звуковых сигналов в биоакустике напоминает классическое разделение звуков на тональные, гармонические и шумы [15, 28]. Поскольку в природе чистые тоны практически не встречаются, то данное деление не может быть строгим. Поэтому в биоакустике тональными называют звуки, в спектре которых небольшое количество гармоник, а амплитуда первой из них во много раз больше амплитуды последующих. К тональным звукам относят сигналы как с постоянной, так и с изменяющейся во времени частотой, т.е. частотно-модулированные звуки. К группе гармонических звуков относят такие сигналы, в спектре которых имеется большое число хорошо выраженных по частоте гармоник. К шумовым звукам относят сигналы, которые имеют довольно равномерное распределение энергии в широкой полосе частот. Выделяется также группа смешанных звуков, содержащих признаки сигналов всех трех предыдущих классов.

Ограниченность представления о звуковом сигнале как о детерминированном (по параметру спектра) процессе определяется еще и тем, что на структуру спектра звучания, рассматриваемого в его динамике, оказывают влияние многие факторы: модуляция звука, переходные процессы, реверберация, расстояние до источника звука и др. [15, 24, 57]. Большинство из этих факторов имеют по своей природе случайный характер, и их воздействие привносит элемент случайности даже в процесс, исходно являющийся детерминированным.

Так, модуляция звука, как амплитудная, так и частотная, приводят к появлению в спектре звукового колебания дополнительных частот, в связи с чем происходит усложнение спектра.

Переходный процесс при формировании звука можно рассматривать как частный случай амплитудной модуляции,

следовательно, в момент нарастания звука также происходит усложнение его спектра. Причем чем сложнее будут модулирующий и модулируемый сигнал, тем более сложным становится спектр. В частности, чем круче фронт нарастания сигнала, тем больше дополнительных частотных составляющих появляется в спектре звука. Поэтому, при быстром появлении сигнала его спектр приближается к спектру шума. То же самое можно сказать и относительно затухания звука.

С расстоянием до источника звука изменяется интенсивность звучания и спектральный состав, поскольку поглощение воздухом высокочастотных компонентов звука происходит более интенсивно чем низко- и среднечастотных.

Реверберация (многократное отражение звуков) изменяет спектр звука в связи с затягиванием переходных процессов. Другое влияние реверберации на спектр звука заключается в том, что отражение звука в помещении, вызывающее реверберацию, для различных звуковых частот различно. В результате спектры первоначального и отраженного звуков также будут неодинаковыми.

Наиболее точно представлению о случайном сигнале соответствуют шумы. Однако шумы реального акустического окружения человека имеют существенные различия в своих характеристиках. В определенном смысле и шумы могут рассматриваться как детерминированные по некоторому параметру сигналы. Обычно таким параметром является временная организация относительно среднего уровня шума. Так, например, в работе [66] предлагается разделять шумы на однородные, флуктуирующие, прерывистые и импульсные.

Однородные шумы ближе всех к классическим характеристикам шума как имеющие непрерывный спектр и однородность в интенсивности спектральных составляющих. К таким шумам относятся, например, звуки водопада, шум внутри салона автомобиля, жужжание электромотора и т.п.

Флуктуирующие шумы характеризуются случайным или периодическим изменением средней интенсивности во времени. Это, например, некоторые транспортные шумы, по-

мехи в радиоприемнике, шум стадиона во время спортивных состязаний и ряд других звуков.

К прерывистым шумам относят звуки, которые характеризуются определенной однородностью в течение некоторого промежутка времени, но могут исчезать или нарастать в другие моменты. Такими шумами обычно сопровождаются строительные работы, развлекательные мероприятия (например, эстрадные концерты), домашние шумы и т.п.

Наконец, импульсные шумы проявляются в резком чередовании средней интенсивности. Как правило, длительность шумового импульсного воздействия намного меньше интервала между звуками. Импульсным шумом является, например, звук выстрела-взрыва, шум отбойного молотка и т.п. Импульсные шумы могут быть периодическими, непериодическими и одиночными.

В психоакустических исследованиях для широкополосное воздействия обычно применяют белый шум. Мощность белого шума, приходящаяся на полосу частот постоянной ширины, не зависит от частоты. Следует иметь в виду, что данное понятие белого шума достаточно далеко от его точного соответствия принятому математическому представлению. Реально используются шумоподобные сигналы, частотный спектр которых ограничен полосой слышимых человеком частот или даже более узкими полосами, определяемыми особенностями измерительной процедуры. В этом смысле шумы делят также на широкополосные и узкополосные. Для слухового эксперимента часто применяют так называемый «розовый шум», в характеристике которого делается попытка учесть зависимость чувствительности слуховой системы от частоты сигнала. В «розовом шуме» независимой от частоты оказывается мощность, приходящаяся на относительную полосу частот. Спектральная плотность «розового шума» имеет тенденцию спада (на 3 дБ/октаву) в сторону высоких частот.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что разделение звуков на различные группы зависит от полноты и точности описания используемых физических моделей. Во

всяком случае, необходимо констатировать, что не существует четких оснований разделения на классы изучаемых в акустике групп сигналов, а критерии разделения физических моделей речи, музыки, шумов и других звуков являются вероятностными. Так, например, можно говорить, что коэффициент эксцесса достигнет величины 3,5–6,5 с большей вероятностью на речевом сигнале, в то время как для музыкальных звуков эта величина, вероятнее всего, будет меньше трех. С определенной вероятностью эти сигналы будут различаться и по своим спектральным характеристикам. Однако знание величины эксцесса и структуры спектра не является достаточным основанием для уверенного отнесения исследуемого звука к конкретному классу.

В целом важно отметить, что для построения классификации описаний сложных звуков отсутствуют именно качественные критерии разделения сигналов по физическим параметрам. А для отнесения изучаемых объектов к различным классам как раз необходимы качественные критерии [26]. С точки зрения физических моделей, критерии разделения случайных сигналов выбираются по количественным показателям, относящимся к величине некоторого признака. При этом наибольший успех достигается, если сопоставление звуков осуществляется не по какому-либо одному признаку, а по системе значимых признаков. Результат подобного Разделения звуков по принятым в акустике физическим моделям всегда имеет вероятностный смысл.

Вместе с тем встречающиеся в природе звуки можно разделять не только по физическим моделям, а как качественно различные для слухового восприятия объекты. Возможность использования такого основания для классификации мы рассмотрим в разделе, посвященном анализу звуков как объектов слухового восприятия. Однако, прежде чем приступить к такому анализу, необходимо еще раз остановиться на проблеме выбора (или построения) физической модели сигнала, адекватной задачам исследования слухового восприятия.

Еще раз о выборе физической модели

Как показывает проведенный анализ, использование только физических характеристик звуковой среды человека не позволяет с достаточной определенностью выделить среди них наиболее значимые для восприятия параметры. Тем более трудно отнести существующие физические модели к конкретным объектам слухового восприятия, имеющим жизненное значение для человека. Такое отнесение и выбор соответствующей физической модели предполагают существование определенной исследовательской концепции о наличии в сигнале значимых для восприятия признаков. На необходимость учета в описании сигнала только тех параметров, которые оказывают психологическое воздействие, обращалось внимание еще в прошлом веке. Так, А.Н. Бернштейн отмечал, что для психологии «важен не раздражитель сам по себе, а его способность производить определенные раздражения; поэтому колебания, обладающие скоростью единицы в секунду и не производящие слухового эффекта, если и будут акустическими для физика, то не будут ими для психолога...» [4, с. 109]. Добавим к этому, что при изучении слухового восприятия нас интересуют не только акустические явления, производящие слуховой эффект, но и связанные с ними воздействия, осуществляемые по другим сенсорным каналам.

В зависимости от того, какая физическая модель принимается, будут и интерпретироваться получаемые в психоакустическом эксперименте данные. Так, если предъявляемый испытуемому звук описывается как чистый тон, то это означает, что исследователь использует в описании сигнала только два параметра – частоту и интенсивность. Результаты, связанные с восприятием переходных процессов и всякого рода помех, сопутствующих предъявляемому звуку, будут рассматриваться, скорее всего, как артефакты или же вообще не будут учитываться. Даже в исследованиях, осуществляемых в рамках традиционной психофизики, характер интерпретации получаемых результатов оказался зависимым от типа физического описания стимульного воздействия [16–18].

Связь получаемых в психоакустике выводов с характером используемой физической модели следует, например, из результатов изучения восприятия бинауральных и временных фазовых сдвигов, проведенного А.А. Теренингом [50–51]. В математическом представлении фазовая и временная задержки сигнала однозначно связаны. Исходя из этого, исследователи часто не разделяли данные параметры: изучая особенности восприятия фазовых сдвигов, они использовали для формирования сигналов временные задержки. Соответственно предполагались единые механизмы слуховой системы для восприятия временных и фазовых сдвигов. Однако более детальные исследования выявили, что существуют значительные различия между закономерностями восприятия задержки фронтов сигнала и закономерностями оценки человеком фазовых сдвигов. Эти различия выражаются как в общих показателях сенсорной чувствительности, так и в показателях межиндивидуальной вариативности; т.е. оказалось, что для формирования слухового образа бинауральный фазовый сдвиг не является эквивалентом бинауральному временному сдвигу, как это предполагалось при построении физической модели. Интересные результаты, показывающие возможность различных интерпретаций данных эксперимента в зависимости от принимаемой физической модели, получены В.А. Садовым. Изучая особенности восприятия звуков разной частоты и длительности, В.А. Садов рассматривал два возможных описания сложного звукового сигнала. (С согласия автора мы здесь обсуждаем данные еще неопубликованных работ.) В соответствии с одним из них звуки представлялись как шумовые сигналы, имеющие достаточно широкий исходный состав спектра частот. Однако время жизни разных спектральных составляющих в реальном звуке такого типа различно. Согласно физической модели, дольше всего существуют самые низкие частоты. Чем выше частота спектральной составляющей, тем короче время ее существования в звуковой посылке. Согласно другому описанию, звуки представлялись как имеющие резонансную основу. Имея исходно столь же широ-

кий спектр, резонансные звуки вместе с тем совершенно иначе изменяются с течением времени. Наибольшее время жизни для таких звуков соответствует спектральным составляющим, близким по частоте к резонансной. Более низкие или высокие частоты исчезают тем быстрее, чем больше они отличаются от резонансной частоты. В действительности реальные звуки обладают свойствами как шумовых, так и резонансных сигналов с возможным превалированием того или иного качества.

В.А. Садов поставил испытуемым задачу уравнивать длительности одновременно звучавших сигналов разной частоты. Исходя из того, что в своем развитии человек приобретает опыт оценивать время жизни различных спектральных составляющих слышимых звуков, автор предположил, что субъективные длительности звучания сигналов различных частот будут закономерно неравными. Это предположение подтвердилось в эксперименте. Однако у разных испытуемых были обнаружены различные закономерности восприятия одинаковых звуков. Были выявлены оба способа представления о звучании, соответствующие частотной зависимости. Различия в длительностях звучания, характерной как для шумовых звуков, так и для звуков резонансного типа. Из этих результатов следует вывод о том, что в зависимости от своего прошлого опыта испытуемый выделяет из звукового комплекса в качестве существенных признаков характеристики, соответствующие шумовому сигналу, или же – связанные с резонансными свойствами. Иначе говоря, когда в воспринимаемом звуке для испытуемого существенны только признаки, характерные для шумового сигнала, то, несмотря на возможное присутствие в нем составляющих с другими свойствами, при анализе результатов этими признаками можно пренебречь в физической модели, как незначимыми для воспринимающего субъекта. Аналогичные рассуждения справедливы и для сигналов, воспринимаемых в качестве резонансных

Подобных примеров различных интерпретаций получаемых в эксперименте данных можно было бы привести еще значительное количество. Смысл этих примеров состоит также в том, что при использовании определенной физической

модели мы всегда должны предполагать возможность ее коррекции каждый раз, как только переходим на более углубленный анализ изучаемого явления <...>.

Из классификации физических моделей видно, что во многих случаях на основе их разделения имплицитно предполагается некоторое отношение к особенностям восприятия человеком описываемых объектов. Так, именно эти особенности легли в основу деления звуков на речевые, музыкальные, шумовые и т.п. Внутри этих групп деление также часто осуществляется в соответствии с определенными свойствами сигналов, значимыми для восприятия. Другими словами, на основании только физических критериев, без рассмотрения специфики звука для слухового восприятия, не удастся сколько-нибудь конструктивно классифицировать звуки акустической среды человека.

Действительно, ведь модулированными периодическими сигналами часто можно назвать как звуки речи, так и многие акустические сигналы животных. Если не выделять существенных для восприятия признаков, то с точки зрения физических характеристик не возникает принципиальных различий, например между звуками симфонического оркестра и механическими шумами на многих видах производства. Возможность выявления каких-либо закономерностей восприятия окружающих человека звуков становится реальной лишь в том случае, когда физический анализ звучаний, являющихся объектами слухового восприятия, будет осуществляться в сопоставлении с анализом их особенностей, являющихся определяющими в формировании слухового образа.

Рассмотрим теперь специфику существующих в окружении человека звуков, выделяя их как объекты слухового восприятия.

Звук как объект слухового восприятия

Формулируя основные положения системного подхода к изучению слухового восприятия, мы выделили в качестве главных объяснительных понятий анализа целостность и

предметность слухового образа. Особый интерес для нас представляет рассмотрение вопроса о предметности образа, поскольку в работах по изучению слухового восприятия этот вопрос разработан в наименьшей степени.

Как уже отмечалось, содержание понятия предметности обычно связывается с конкретным значением этого слова – с отражением предмета как обособленного в пространстве и во времени физического объекта [1, 33, 45, 48]. Такое представление оказывается достаточно ясным для случая зрительного восприятия. Объекты зрительного восприятия действительно имеют хорошо локализуемую в пространстве структуру и могут быть легко выявлены на основании этого в качестве целостного образования.

Гораздо менее определенное место вопрос предметности занимает при анализе слухового восприятия. Что является в этом смысле объектом слухового восприятия? Нужно ли в качестве такого объекта рассматривать продуцирующий звук физический объект, воспринимаемый одновременно и как зрительный объект? И если нужно, то насколько обязательно такое соответствие? То есть будет ли таким «предметным» объектом слухового восприятия звук, не имеющий точного соотнесения с каким-либо зрительным объектом, но при этом четко локализуемый в пространстве и хорошо выделяемый среди других звуков по своему референтному значению? Можно было бы задать еще много таких вопросов, связанных с использованием понятия предметности для анализа слухового восприятия. Однако не на все из них мы можем сейчас дать однозначный ответ. Действительно, полимодальная основа слухового восприятия предполагает несомненную связь слухового образа со зрительным, и наоборот. Значит, если некоторый зрительный объект продуцирует звук (например, птица поет), его вполне можно рассматривать и в качестве объекта слухового восприятия, конкретизируя, насколько возможно, предметное содержание (обозначив, например, как «пение соловья»). В то же время вряд ли правомерно говорить об отсутствии объекта слухового восприятия, если пение этого же

соловья воспроизводится громкоговорителем, т.е. без исходного зрительного объекта. Тем более неубедительным в этом случае будет утверждение о том, что именно громкоговоритель является объектом восприятия. Данные рассуждения имеют принципиальный смысл, если принять во внимание, что слуховое восприятие совсем не обязательно должно сопровождаться восприятием зрительным (например, слушание в полной темноте). Как видим, выбор оснований для классификации звуков акустического окружения человека не является однозначной задачей. Прежде чем проводить такую классификацию, еще раз вернемся к некоторым теоретическим положениям, связанным с представлениями о структуре образа восприятия, о характере процессов его формирования.

В качестве основного объяснительного понятия для анализа восприятия, как уже было сказано, следует рассматривать понятие предметности образа. Предметный образ любой модальности при развитии человека формируется под воздействием сигналов разных модальностей, т.е. в целом является полимодальным. При этом, как показали многочисленные авторы, первичным, стержневым оказывается зрительный образ [1, 2, 47]. Другими словами, непрерывное развитие слуховой системы человека происходит в условиях полимодального восприятия. При таком становлении слуховой системы формируются определенные механизмы слуха, обеспечивающие способность человека к восприятию целостных звуковых объектов; т.е. исходно целостная структура слуховых образов, отражающая пространственно-временную обособленность слуховых объектов, связана с опытом слушания и слышания звучаний физических предметов, которые могут быть прежде всего восприняты зрительно (а иногда – и осязательно). Многие исследования по онтогенезу восприятия подтверждают это положение [8, 11, 19–20, 40, 61].

В то же время в окружении человека наряду с множеством предметов, которые могут продуцировать звук, имеются и пассивные в этом смысле объекты. Такие объекты могут быть восприняты предметно зрением или осязанием, но не являют-

ся источниками звука, т.е. не являются объектами слухового восприятия. Развитие слухового образа связано в первую очередь с непрерывной дифференциацией звуковых и незвуковых предметов. При этом в опыте человека постоянно возникают новые объекты слухового восприятия, идет обновление предметных представлений о звуке на основании их сопоставления с данными, полученными по каналам других модальностей, прежде всего – по зрительному каналу.

Важным моментом для проведения анализа является и положение о том, что одной из наиболее важных характеристик звука как объекта слухового восприятия оказывается присутствие в нем одновременно свойств акустических сигналов, излучаемых разными источниками, и свойств среды, в которой распространяется звук. В этой связи уместно вспомнить ряд положений экологического подхода к анализу восприятия, связанных с описанием светового сигнала, несущего информацию об объекте восприятия [7, 6]. Переводя эти положения на описание звука, можно сказать, что, с одной стороны, пространственная структура и природа звуковых объектов определяют свойства акустических волн, поступающих к человеку; с другой стороны, – в этих акустических волнах содержится полная информация о пространственном положении и свойствах звуковых объектов. Здесь, кстати, ясна необходимость построения адекватной физической модели звука. Очевидны и трудности создания такой модели.

В данных рассуждениях важно иметь в виду, что кроме информации об источнике звука в воспринимаемом сигнале заключается информация и о ситуации формирования сигнала, и об особенностях ситуаций его восприятия (эти ситуации могут быть различными в случае использования опосредствующих технических устройств для передачи звука). Трудность простого физического анализа звучаний заключается в том, что разделить группы информации о сигнале и о среде оказывается сложно, а порой и невозможно. Однако, если звук рассматривать как объект слухового восприятия. такое дифференцирование оказывается вполне реальным.

Именно поэтому при классификации звуков целесообразно специально рассмотреть в качестве одного из оснований их разделения особенности источников сигнала и характеристики условий, в которых он продуцируется. Роль информации об условиях формирования звуков часто недооценивается при анализе процессов слухового восприятия. В то же время известно, что использование человеком такой информации оказывается возможным в первую очередь благодаря его способности оценивать и измерять при помощи слуховой системы характеристики акустического пространства, а также локализовать звучания в пространстве как целостные образования.

Разделение звуков по их отношению к источникам звуковых колебаний и к ситуации, т.е. к контексту их формирования, прямо связано с определением предметного содержания пространства окружающих акустических сигналов. Такое основание классификации звуков будем называть разделением по источнику их происхождения. Рассмотрим подробнее возможности использования данного основания.

Характеристика звуков по источнику их происхождения

Производя анализ звучаний акустической среды человека, целесообразно разделить звуки в первую очередь на натуральные и искусственные.

В этом случае к натуральным следует отнести все естественно существующие в окружении человека звуки как биологического происхождения, так и небиологической природы. Это звуки, которые возникают при жизнедеятельности человека или функционировании созданных им технических устройств. К искусственным звукам мы относим специально сформированные человеком сигналы. Они представляют собой результат направленного синтеза звуков заданной структуры, как правило, не связанных с действием естественных источников звучания, в отличие от побочного результата функционирования каких-либо технических устройств.

Надо сказать, что вводимое нами понятие «натурального звука» отличается от используемого многими авторами пред-

ставления [52, 55, 56]. В большинстве работ термин «натуральный» обычно употребляется с целью подчеркнуть, что применяемые в исследовании звуки относятся к звукам естественного окружения человека. Натуральными в этом смысле являются и синтезированные сигналы, которые получили широкое распространение в практической деятельности человека. Отношение к предметному содержанию этих звуков для определения степени их «натуральности» при этом не рассматривается, хотя из ряда работ [58, 59] прямо следует возможность такого анализа, что мы и покажем в следующей главе.

Среди натуральных звуков биологического происхождения следует разделять биоакустические сигналы человека и биоакустические сигналы животных. Эти сигналы формируются, как правило, специальными органами звукопорождения. В большинстве своем биоакустические сигналы человека и животных выполняют коммуникативную функцию. Кроме того, у эхолоцирующих животных наблюдается специальное использование звуковых сигналов для ориентации в пространстве. Эти звучания относятся ультразвуковому диапазону частот и недоступны человеческому слуху. Однако человек может слышать многие сигналы, относящиеся к коммуникативным звукам животных.

К натуральным звукам небиологического происхождения относятся всякого рода природные шумы (шум ветра, воды и т. п.), шумы, возникающие вследствие взаимодействия человека и животных с окружающей средой, а также технические шумы. Подчеркиваем, что звуки, производимые искусственно созданными человеком устройствами, мы относим к натуральным, если только работа этих устройств не направлена специально на формирование акустических сигналов.

Особо следует рассмотреть класс музыкальных звуков. Эти звуки исходно являются натуральными, поскольку музыкант обычно использует естественные источники звучания. В то же время некоторые из музыкальных сигналов могут быть отнесены к искусственным звукам, например звучание электромузыкальных инструментов. Натуральные музыкальные

звуки могут быть как биологической, так и небιологической природы. К первой группе относится вокальная музыка. Музыкальными сигналами небιологического происхождения являются звучания большинства музыкальных инструментов. Отдельно можно выделить так называемую конкретную или экспериментальную музыку, в которой звучания музыкальных инструментов сочетаются с различными природными звуками. Ясно, что характеристики образа восприятия звуков такой музыки будут определяться целым рядом признаков, не свойственных музыке в традиционном понимании.

Здесь необходимо уточнить, почему музыкальные звуки мы относим к натуральным, хотя они и являются результатом целенаправленной деятельности человека по созданию звучания. А. Моль в работе «Искусство и ЭВМ» [36] утверждает, что музыка как таковая в природе не существует. По его представлению всякая музыка является синтетической, т.е. входит в состав искусственно построенной звуковой среды. При этом процесс сочинения музыки сводится к составлению некоторой комбинации из элементов заданного набора символов. Действительно, в этом смысле музыка является продуктом особой человеческой деятельности.

Однако в нашем исследовании важны не характеристики восприятия музыки как явления культуры, а особенности восприятия музыкальных звучаний. Именно этот момент является основанием для отнесения их к натуральным звукам, характеризующим собой звучания музыкальных инструментов. Музыка, возникшая в процессе всего развития культуры, связана с постоянным отбором человеком звукового материала из окружающей его звуковой среды. Таким образом, музыкант использует набор естественных звуков, формируя из них особую последовательность для оказания определенного музыкального воздействия на слушателя.

Примечательно в связи с этим высказывание А. Моля, приведенное в уже упомянутой работе. «Традиционная музыка прекрасно использует инвентаризованные и расклассифицированные звуки. Любой музыкант хорошо их знает и легко

вызывает в своем воображении. В принципе ему не обязательно даже слышать музыку, которую он сочиняет. Иначе обстоит дело в экспериментальной музыке. Здесь композитор пользуется звуками новыми, неслыханными в прямом смысле этого слова. Он не только должен располагать звукотеккой, но и выработать систему обозначений для описания звуков, типологию, которая расставит какие-то вехи в бескрайнем мире звуков. Классификация нужна не только для отыскания звукового объекта в архиве; она нужна и непосредственно композитору, который не сможет без нее найти этот объект в собственной памяти, не сможет вызвать его в воображении» [34, с. 214]. Иначе говоря, незнакомые звуки, не имеющие четкого предметного содержания, должны быть искусственно «определены» для того, чтобы с ними можно было потом обращаться как с известными.

При формировании искусственного, в нашем понимании, звука обычно задаются целью получения определенных характеристик звукового сигнала, а не характеристик воздействия на человека. Задачи создания искусственных звуков могут быть самыми разными: коммуникация, изучение возможности синтеза сигналов, сходных с натуральными, генерирование звуков, распространяющихся на большие расстояния, эхолокация, звуковидение и т.п. [12, 14, 25].

Выделение в особую группу искусственных звуков как сигналов, специально создаваемых человеком, целесообразно в связи с тем, что в последнее время очень широкое распространение получили синтезированные звуки <...>. Именно синтез звуков, осуществляемый, как правило, при помощи различных электронных устройств, делает возможным получение сигналов, не имеющих до сих пор аналогов в практической деятельности человека. Причем искусственными звуками является большинство простых и сложных сигналов, применяемых в экспериментах по изучению слуха.

Одна из задач синтеза звука может сводиться к получению звучаний, сходных с натуральными; тогда главное требование при разработке соответствующих устройств заключается

ся в обеспечении физических характеристик генерируемого сигнала, близкого по звучанию звуку-прототипу. Критерием успешности подобного синтеза обычно являются оценки сходства вновь созданных сигналов с соответствующими натуральными звуками [60, 63, 65, 68].

Примером таких искусственных звуковых сигналов могут рассматриваться синтезированные при помощи ЭВМ или других электронных устройств речевые и шумовые сигналы. Аналогичным примером являются также звуки электронных музыкальных инструментов, созданные специально для имитации звуков естественных музыкальных инструментов.

Другая задача синтеза часто заключается в специальном создании звучаний, возможно более отличающихся от слышимых когда-либо человеком. Формирование звуков электронных музыкальных инструментов обычно связано именно с такой задачей. Характеристики синтезированных звуков при этом могут оцениваться по особенностям их восприятия человеком, например по показателю эстетического и эмоционального воздействия.

Таким образом, анализ группы сигналов, относящихся к искусственным звукам, показывает, что для большинства из них специфической особенностью является как раз отсутствие аналогов в ряду натуральных звуков. В связи с этим при классификации звуковых сигналов целесообразно отдельно выделять звуки, распространенные в опыте человека, и звуки, встречающиеся впервые. На необходимость такого разделения показывают многочисленные житейские примеры. Из художественной литературы мы можем вспомнить старика Хоттабыча, который, услышав паровозный гудок, сразу же узнал в нем голос своего заклятого врага Джирджиса. Иначе, особенности прошлого опыта восприятия определяют степень адекватности «опредмечивания» слышимых звуков.

Конечно, такое разделение сигналов на знакомые и встречающиеся впервые достаточно условно, так как оно зависит от опыта конкретного индивида, популяции в целом и – более широко – от уровня развития человеческой культуры. Многие зву-

ки, на которых воспитан человек, например, европейской культуры, оказываются совершенно новыми для других более отдаленных культур. Именно в этом широком смысле следует рассматривать многие синтезированные звуки, как встречающиеся впервые. И здесь не имеет существенного значения тот факт, что данные звуки человек может услышать неоднократно и тем самым как бы перенести их в класс знакомых звучаний. Важно, что с этими звуками не может быть адекватно соотнесен никакой реально существующий в естественном мире объект. А это значит, что образ, создаваемый синтезированным звуком, может не иметь того предметного содержания, которое обычно связывается с источником звучания.

Для деления звуков по степени их распространенности в опыте человека весьма конструктивными могут оказаться информационные подходы, связанные, в частности, с разработкой понятий оригинальности или предсказуемости сообщения, заключенного в звуке [34–36]. Однако и в этих разработках выпадает из анализа представление о предметности слухового образа.

Знакомство тех или иных звуков человеку именно по предметному содержанию определяет степень реальности звуков, характер их «приземленности». Когда возникает необходимость создания художественными средствами образа ирреальности, отдаленности от «земной» действительности, как правило, привлекаются малознакомые слушателю звучания. Обычно это оказываются звучания электронных музыкальных инструментов или синтезированные при помощи ЭВМ звуки. Как раз с такими синтезированными сигналами связаны так называемые космические звучания. Среди исполнителей, и в первую очередь среди звукорежиссеров, появилось даже специальное понятие «космической музыки» [44]. Образ, возникающий под воздействием таких синтезированных звуков, не имеет достаточно четкого предметного содержания, которое обычно связывается с источником звучания.

Не следует, однако, считать, что образ ирреального звучания может создаваться только при использовании искусст-

венных звуков. Музыканты успешно применяют традиционные музыкальные инструменты, создавая такие нетрадиционные сочетания звучаний, что эти инструменты становятся практически неузнаваемыми. Более того, существуют музыкальные произведения, в которых при помощи обычных музыкальных инструментов продуцируются звучания, сходные с электронными или синтезированными звучаниями [Примером записи исполнения таких произведений может служить грампластинка S. Reich. Music for 18 Musicians. N. Y.: ECM records, 1978.].

Как мы видим, положение о том, что в слуховом образе отражается конкретный источник звука, и тем более о том, что при восприятии «звук локализуется в зависимости от зрительно воспринимаемого местонахождения предмета, являющегося его источником» [46, с. 81], оказывается не всегда справедливым. Особенно сильно проявляется несоответствие этого положения при анализе восприятия искусственных звуков. Слушатель вполне однозначно отождествляет звуки, например, пения соловья с конкретным, существующим в природе звучащим объектом. Услышав соловья даже в записи, мы можем представить себе не только этого соловья, но и ситуацию, в которой продуцировался звук. То же самое можно сказать о восприятии звучаний большинства натуральных источников звука. Однако когда речь идет о звучании электронного музыкального инструмента, вряд ли удастся найти такое однозначное соответствие предметного содержания образа конкретному источнику звука. В лучшем случае, если ставится задача создания звука, сходного с натуральным, электронное звучание будет соотнесено в слуховом образе с тем музыкальным инструментом, звуки которого имитируются. Когда же структура синтезированного звучания сильно отличается от структуры натурального звука, то дать адекватное и однозначное обозначение созданному сигналу становится трудно, а порой и невозможно. Предметное содержание слухового образа, возникающего при восприятии таких звуков, будет, скорее всего, связано не с самим источником звука (материальное

воплощение которого может быть самым различным при одинаковых характеристиках звучания), а с тем насколько близко конкретное звучание звуковым эталонам, зафиксированным в памяти человека.

В связи с этим характер «опредмечивания» при прослушивании искусственных звучаний, на наш взгляд, в гораздо большей степени определяется индивидуальным опытом человека, чем при восприятии звуков, легко соотносимых с конкретными источниками звучания в предметном мире. Образ восприятия искусственного звука теряет адекватную полимодальную основу. Во всяком случае, синтезированный сигнал никогда не связывается в вызванном им образе со структурой параметров этого звука или с характером математического обеспечения синтеза, от которых зависят специфические качества звучания, а ведь именно в математическом обеспечении, а не в способах материального воплощения синтезатора отражены замыслы создателя звука.

Рассмотрим еще одну группу звучаний, относящихся непосредственно к искусственным звукам. Речь идет о сигналах, получаемых при преобразовании характеристик каких-либо звучаний при помощи различного рода технических устройств. Современные технические средства позволяют так видоизменять слышимые звуки, что они приобретают совершенно новые для восприятия качества. Примером могут быть такие преобразования, как изменение скорости воспроизведения записанной фонограммы, транспонирование спектра без изменения скорости, различного рода клипширование, компрессия по интенсивности и по времени и многие другие. Специфическим для звука преобразованием является инверсия звучания во времени. Во всех этих случаях в результате преобразования возникают сигналы, которые даже если и сохраняют какое-то качество исходного звука, получают вместе с тем характеристики, отличающие звучание преобразованного сигнала от прежнего, а иногда и приближающие эти звучания к звукам других источников. При восприятии таких звуков возможно формирование нового эталона, новое «опредмечи-

вание» звучания. Всем знакомый по радиопостановкам голос Буратино прекрасно отождествляется с образом этого персонажа, однако вряд ли найдется хотя бы один радиослушатель, который узнает голос актера, исполняющего роль Буратино, встретив этого актера в жизни.

Рассматривая особенности преобразования звуков при помощи технических средств, можно вспомнить исследования П. Секе [9], связанные с анализом транспонированных во времени голосов птиц. Оказалось, что при 32-кратном замедлении звучания пения многих птиц обнаруживается большое сходство структуры вновь полученных сигналов со структурами музыкальных звуков самых различных человеческих культур. В подобной ситуации¹ так же как и других упомянутых случаях, предметное содержание сформированных звуков будет весьма далеким от предметного содержания, характеризующего образ восприятия натуральных звучаний (пение птицы). Другие примеры формирования искусственных звуков связанные с областью преобразования звуковых сигналов неслышимого для человека диапазона (ультра- или инфразвуков) в слышимый, как это делается при изучении звуков, порождаемых различными представителями животного мира [10, 28, 38]. Ясно, что и здесь не имеет смысла искать связь между предметностью образа восприятия таких преобразованных звуков и реальными источниками их формирования. Еще один вид искусственных звуков связан с преобразованием различного рода зрительной информации в звуковую – для передачи по слуховому каналу недоступного для глаза зрительного изображения [12, 14, 25]. Приведенные примеры далеко не исчерпывают собой все случаи использования современной техники для создания новых видов звучаний.

Особое внимание в связи с этим следует уделить группе звуков, представляющих собой сигналы, воспроизводимые различными устройствами записи, приема и передачи звуковой информации. При введении любого опосредствующего канала неизбежно возникают искажения передаваемого звука, связанные как с техническими характеристиками самого канала, так и

с условиями, в которых осуществляется запись (прием) и воспроизведение звука. Получаемые при этом звуки также следует относить в большинстве случаев к искусственным.

На первый взгляд такое отнесение может показаться не вполне правомерным. Ведь, согласно данному нами определению искусственных звуков, при их формировании человек должен задаваться целью получения определенных характеристик звука. Используя магнитофон или иное другое устройство записи – воспроизведения звука, мы обычно стремимся получить как можно менее искаженное по сравнению с оригиналом звучание. Однако в действительности целенаправленные искажения звука, связанные с внесением в звучание характеристик, свойственных только определенному типу звуковоспроизводящих устройств, заложены уже при разработке и изготовлении конкретного устройства. Именно разработчик определяет степень ограничения частотного и динамического диапазона фонограммы, возможность появления дополнительных гармоник в звучаниях и т.п. Да и сам слушатель, часто не сознавая, формирует определенные характеристики звука, манипулируя органами управления устройства. Свойства получаемого звучания, определяемые разработчиком, связаны не только с Уровнем технического совершенства разрабатываемой аппаратуры, но и с теми представлениями, которые имеются у разработчика о значимости конкретных параметров звука для восприятия слушателем. Слушатель же управляет, в свою очередь, характеристиками устройства звуковоспроизведения в соответствии с собственными представлениями о том, как оно должно звучать.

Таким образом, звучание любого технического устройства, предназначенного для передачи звука, следует рассматривать как специфический сигнал, часто весьма далекий от натурального звучания, передача которого осуществляется. Причем специфика звучания целенаправленно определяется разработчиком потребителем аппаратуры через ее качественные показатели. В этом смысле мы с полным правом можем употреблять термин «звучание магнитофона» («телефонное звучание» и др.) наряду с таким, например, как «звучание

скрипки». Ясно, что подобная аналогия может быть справедлива только для случая анализа степени искажений продуцированного звука, вносимых опосредствующими каналами звуковоспроизведения. Тогда термин «телефонное звучание» вполне может отражать предметное содержание создаваемого этим звучанием образа. Это предметное содержание может не иметь ничего общего со звуками, поступающими на вход передающего тракта. Таким образом, в зависимости от требуемой глубины анализа звуковые сигналы, воспроизводимые опосредствующими устройствами, либо могут рассматриваться как натуральные, либо могут относиться к искусственным.

Мы рассмотрели возможность классификации звуков по источнику их происхождения. Из проведенного анализа следует, что главным основанием классификации оказывается характеристика предметности слухового образа. При этом введение понятия предметности не является полным эквивалентом понятия источника происхождения звука. Более того, расхождение между «предметом» звукоизлучения и предметностью слухового образа позволяет разделить окружающие человека звуки на качественно различные группы.

В зависимости от того, насколько хорошо «опредмечивается» воспринимаемое звучание, оно может быть отнесено к натуральным или искусственным звукам. Именно по предметному содержанию слухового образа можно оценивать степень участия конкретного звука в формировании образа у человека. По уровню искажения предметного содержания образа, возникающего при прослушивании звуков через опосредствующие технические звенья, оценивается качество звуковой техники (степень «искусственности – натуральности» воспроизводимого звучания).

Предметный характер звучания позволяет выделять не только особенности конкретных звуков, но и определять степень связи их источника с непосредственным (видимым) окружением человека. Предметная отнесенность слышимых звуков обеспечивает возможность адекватного представления

человека об окружающей действительности и правильную ориентацию его в акустическом пространстве.

Здесь возникает необходимость обсудить еще один, важный с позиций системного анализа, момент, связанный с использованием другого основания для классификации звуков. Имеется в виду анализ особенностей информации, заключенной в звучаний, ее роли в формировании образа восприятия. Рассмотрим возможности разделения звуков по этому признаку.

Характеристика звуков по информационному содержанию

Из анализа существующих в природе звуков видны две большие группы сигналов, характеризующихся особенностями информации, которую они несут для человека. Это, во-первых, звуки, выступающие как средство коммуникации у человека, и во-вторых, звуки, несущие только информацию об окружающей среде (т.е. обеспечивающие когнитивную функцию восприятия).

Разумеется, обе эти группы звуков не всегда могут быть выделены в чистом виде. Так, многие коммуникативные сигналы характеризуют ситуацию, в которой они продуцируются, а значит, содержат когнитивную информацию о среде. В звуках речи имеется не только чисто коммуникативная информация, но и заложена информация об их источнике. По характеру речи человек может формировать суждения о некоторых личностных характеристиках говорящего, о его эмоциональном состоянии. В то же время сигналы коммуникации животных для человека часто могут не иметь никакой коммуникативной нагрузки. Однако важность коммуникативной сферы для человека является, на наш взгляд, достаточным основанием разделения звуков по данным признакам при изучении слухового восприятия.

К звукам, выполняющим коммуникативную функцию, относится большинство сигналов, сформированных в результате целенаправленной деятельности человека, а также основная часть биоакустических сигналов животных. Что касается звуков,

производимых человеком, то любой синтез звуковых сигналов, их преобразование, запись, прием и передача необходимы лишь для того, чтобы обмениваться информацией в человеческом обществе. Ведь именно звуковой сигнал является одним из основных носителей информации при общении между людьми. Так, человеческая речь имеет прямым назначением осуществление коммуникативной функции в обществе. Звуки музыки, как результат Целенаправленной деятельности человека, также специфическим образом обеспечивают взаимодействие между людьми. При этом Для производства музыкальных звуков могут использоваться средства звучания как биологической природы, так и небιологического происхождения (имеется в виду вокальная или инструментальная музыка).

Заметим, что использование звуковых сигналов в качестве средства коммуникации не обязательно связано с применением речи или музыки. Так, например, жители Центральной и Южной Америки, тропической Африки и ряда других районов с успехом и сейчас применяют для связи на дальние расстояния особый язык барабана. Жители Канарских островов используют специфический язык свиста, который позволяет переговариваться на Расстоянии до 5 км в условиях скалистой и гористой местности. Обитатели лесов Центральной Африки разработали специальный «язык шепота», которым они общаются во время ночной охоты незаметно для животных [27, 38].

Человек широко пользуется звуками, специально созданными для передачи особо важной информации: сигналами тревоги, предупреждения, внимания (различного рода сиренами, зуммерам» звонками и т. д.). В целом большинство звуков, отнесенных по предыдущему основанию к группе искусственных, осуществляют коммуникативную функцию.

В отличие от звуков коммуникации звуки окружающей природной среды несут нам только информацию о ее состоянии. «Естественный» язык природы отличается от разговора, от обмена информацией между людьми. И не только между людьми, но и между животными... Природа ни к кому не обращается – тучи отнюдь не собираются предупреждать нас о

грозе, деревья – о ветре. Природа информирует, а не «ведет беседы»... [27, с. 10]. Вместе с тем информация о состоянии окружающей среды, заключенная в природных звуках, может оказаться для человека весьма важной, хотя эти звуки и не выполняют коммуникативной функции.

Природные звуки (натуральные звуки небиологического происхождения, звуки, являющиеся результатом жизнедеятельности животных и т. п.) обеспечивают возможность ориентации человека во внешнем мире. Отдельное рассмотрение этой группы звуков целесообразно в связи с тем, что их характеристика при восприятии исходно не связана с результатом деятельности человека. К подобным звукам внешней среды относятся и звучания, которые являются косвенным результатом деятельности человека и которые в значительной мере характеризуют его состояние, положение и перемещение в пространстве, а также некоторые другие признаки взаимодействия людей с окружающим миром. Всякого рода технические шумы также дают информацию о положении в пространстве технических устройств, косвенным эффектом функционирования которых является продуцирование этих шумов. Весь комплекс звуков данной группы обеспечивает адекватное представление человека об окружающей действительности и правильную ориентацию его в акустическом пространстве.

Ясно, что признаки сигнала, определяющие содержание слухового образа, будут разными в зависимости от того, выполняют ли воспринимаемые человеком звуковые сигналы коммуникативную функцию или же они представляют собой информацию о состоянии окружающей среды. С одной стороны, возможны случаи, когда содержательная коммуникативная часть сообщения настолько значима для воспринимающего субъекта, что собственно акустические характеристики не играют сколько-нибудь значительной роли в формировании слухового образа, например при передаче важного сообщения по радио. С другой стороны, вполне допустимой является ситуация, в которой точная информация об акустической обстановке, сопутствующей некоторому событию, бу-

дет жизненно необходимой для правильной ориентации человека в среде, например указание на потенциально опасный источник звука. Тогда главными признаками воспринимаемого звука окажутся его акустические параметры (когнитивная информация, заключенная в звуке).

Наконец, анализируя окружающие человека звуки, представляется возможным отдельно рассмотреть признаки слухового воздействия, которые в первую очередь определяют характеристики слухового образа, как регулятора поведения и деятельности человека. Такие признаки, несомненно, находятся в тесной связикогнитивной и коммуникативной информацией, поступающей к человеку в звуковом сигнале. Вместе с тем ряд исследований показывает, что регуляция поведения и деятельности человека может осуществляться и на основании сигналов, практически не несущих какой-либо коммуникативной информации или информации о среде [23]. Важная роль регулятивной функции звука связана с ориентацией человека в среде и с влиянием акустического сигнала на состояние человека.

Теперь мы можем дать вариант классификации звуков как объектов слухового восприятия. Пример такой классификации показан на рис. 2. Эта классификация позволяет выделить качественное различие звуковых объектов акустической среды человека с точки зрения их специфики для человеческого восприятия. Как видно, она имеет мало общего с классификацией физических моделей звука, представленной на рис. 1, которая дает количественные критерии разделения звуков, полученные в естественных науках и не учитывающие особенности их анализа человеком. Важно, что характеристика звуковых объектов по значимым для восприятия признакам четко укладывается в схему анализа психических явлений, предлагающую выделение когнитивной, коммуникативной и регулятивной подсистем психики. При этом легко прослеживается взаимодействие этих трех подсистем. Поэтому дальнейшее изложение материала будет осуществляться в рамках анализа когнитивной, коммуникативной и регулятивной Функций слухового восприятия.



Рис. 2. Классификация звуков, как объектов
слухового восприятия

Отметим, что операциональная целесообразность использования аналогичных функций для изучения слухового восприятия показана также Е. Назайкинским применительно к вопросам восприятия музыки [39]. Автор выделяет сенсорный, социально-коммуникативный и моторно-динамический компоненты в структуре слушательского опыта. При этом сенсорная сторона восприятия связывается в первую очередь с особенностями анализа слушателем пространственных элементов музыкального восприятия. Эта позиция является очень близкой к нашим представлениям о роли пространственного слуха в обеспечении когнитивной функции слухового восприятия. Ведь локализация слуховых объектов, как пространственно-обособленных в акустической среде человека, является необходимым условием формирования предметного слухового образа. Коммуникативные компоненты музыкального восприятия Е. Назайкинский связывав главным образом с ин-

тонационными характеристиками музыки. Этот момент также является важным для нашего анализа как пример невербальной коммуникации с использованием слухового канала. Анализу коммуникативной функции слухового восприятия мы будем уделять особое внимание, учитывая важность категории общения для решения проблем психологии [32].

Наконец, моторно-динамический компонент в слушательском опыте Е. Назайкинский связывает с механизмами восприятия музыкального ритма, которые мы относим к существенной стороне проявления регулятивной функции слухового восприятия.

В рамках анализа этих трех функций мы будем рассматривать восприятие звучаний, выделенных на основании качества предметности слухового образа. При этом, учитывая особые свойства искусственных звуков, в отдельное направление выделено исследование специфических особенностей восприятия человеком звуков, формируемых современными средствами предъявления и преобразования звуковых сигналов. Здесь в качестве необходимого условия конструктивного анализа предлагается изучение процесса предъявления сигнала человеку как процесса переноса звучания из первичного звукового поля во вторичное. Специальное рассмотрение процесса переноса натуральных звучаний из первичного поля во вторичное оказывается особо актуальным, если принять во внимание тот факт, что во всех экспериментальных исследованиях слуха используются опосредствующие технические звенья при передаче и предъявлении акустической информации испытуемому.

Особенности современных технических средств приема - передачи и преобразования звука, а также их роль в формировании слухового образа будут специально рассматриваться при анализе когнитивной, коммуникативной и регулятивной функций слухового восприятия.

Итак, резюмируя анализ проблем, связанных с изучением восприятия сложного звука, отметим следующие моменты:

1. Данные, полученные в наиболее разработанных областях психоакустики и касающиеся закономерностей ощущения

высоты и громкости звука, могут быть использованы только для описания искусственно созданных в эксперименте ситуаций. В большинстве случаев получение этих данных связано с упрощением стимульных воздействий с целью получения возможности одномерного описания изучаемых процессов. При этом, естественно, не ставилась задача изучения качеств предметности и целостности слухового восприятия.

2. Разрабатываемый нами подход предполагает изучение закономерностей формирования предметного и целостного слухового образа, возникающего при восприятии звуковых объектов реальной акустической среды человека. При этом понятие сложности стимульного воздействия имеет две интерпретации: сложность объективная, связанная с физической сложностью сигнала, и сложность субъективная, характеризующаяся трудностью решения принятой человеком сенсорной задачи. С точки зрения данных интерпретаций осуществляется сопоставление физических моделей, описывающих звуковые объекты, и описания характеристик образа их восприятия. Анализ физических моделей звука построенных в естественных науках, дает только количественные критерии разделения звучаний и не позволяет выявить их качественную специфику для человеческого восприятия, т.е. такие модели сами по себе не всегда могут быть использованы для описания процессов образного отражения. Нами поставлена задача построения физической модели, учитывающей качественное своеобразие звука как объекта слухового восприятия.

3. Анализ и классификация звуков как объектов слухового восприятия позволили выделить качественную специфику звуковых объектов акустической среды человека для адекватного отражения этой среды психикой. Такая классификация имеет своими основаниями предметное и информационное содержание звуков для человеческого восприятия. При этом особого анализа требуют искусственные звуки, возникающие в окружении человека в связи с техническим развитием общества. Характеристика звуков по значимым для восприятия признакам отражает взаимодействие трех функций слухового восприятия: когнитивной, коммуникативной и регулятивной.

Литература:

1. Ананьев Б.Г. Психология чувственного познания. – М., 1960.
2. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. – М., 1960.
3. Бабуркин В.Н., Гензель Г.Н., Павлов Н.Н. Электроакустика и радиовещание. – М., 1967.
4. Бернштейн А.Н. Мир звуков как объект восприятия и мысли. // Вопросы философии и психологии. Кн.2. – М., 1896, с. 109–130.
5. Блауэрт И. Пространственный слух. – М., 1979.
6. Вартанян И.А. Слуховой анализ сложных звуков. – Л., 1978.
7. Величковский Б.М. Современная когнитивная психология. – М., 1982.
8. Венгер Л.А. Восприятие и обучение. – М., 1969.
9. Володин А.А. Электронные музыкальные инструменты. – М., 1970.
10. Вуд. Ф.Г. Морские млекопитающие и человек. – Л., 1979
11. Генезис сенсорных способностей. – М., 1976.
12. Грегуш П. Звуковидение. – М., 1982.
13. Гриднев М.В., Порвенков В.Г. Об оценке качеств скрипок и гитар. // Акуст журн. Т 22, вып.5, 1976, с. 686–692.
14. Гришин В.Г. Образный анализ экспериментальных данных. – М., 1982.
15. Жангиев Р.Д. Биоакустика насекомых. – М., 1981.
16. Забродин Ю.М. Некоторые методологические и теоретические проблемы психологического анализа развития отечественной психофизики. // Психол. журн. №2, – 1982, с. 55–69.
17. Забродин Ю.М. Методологические проблемы психологического анализа и синтеза человеческой деятельности // эффективность деятельности оператора. – М., 1982, с. 3–29.
18. Забродин Ю.М. Некоторые методологические и теоретические проблемы развития психофизики. // Психофизика дискретных и непрерывных задач. – М., 1983, с. 3–27.

19. Запорожец А.В. Избранные психологические труды. Т.1: Психическое развитие ребенка. – М., 1986.
20. Запорожец А.В., Венгер Л.А., Зинченко В.П., Рузская А.Г. Восприятие и действие. – М., 1967.
21. Индлин Ю.А. Статистические свойства музыкального и речевого сигналов.// Акуст. Журн. Т.24. Вып.5, 1978, с.693-697.
22. Иофе В.К., Корольков В.Г., Сапожков М.А. Справочник по акустике. – М., 1979.
23. Китаев-Смык Л.А. психология стресса. – М., 1983.
24. Ковалгин Ю.А., Борисенко А.В., Гензель Г.С. Акустические основы стереофонии. – М., 1978.
25. Кок У. Видимый звук. – М., 1974.
26. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М., 1975.
27. Кондратов А.М. Звуки и знаки. – М., 1966.
28. Константинов А.И., Мовчан В.Н. Звуки в жизни зверей.// Жизнь наших птиц и зверей. Вып.7. – Л., 1985.
29. Левин Б.Р. теоретические основы статистической радиотехники. – М., 1974.
30. Ликлайдер Дж.К.Р. Основные корреляты слухового стимула.// Экспериментальная психология. Т.2. – М., 1963, с.580-641.
31. Линдсей П., Норманн Д. Переработка информации у человека. – М., 1974.
32. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. – М., 1984.
33. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальном поражении мозга. – М., 1962.
34. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. – М., 1966.
35. Моль А. Социодинамика культуры. – М., 1973.
36. Моль А., Фокус В., Касслер М. Искусство и ЭВМ. – М., 1973.
37. Морозов В.П., Поулокайнен П.А., Хохлов А.Д. Инфразвуки, генерируемые голосовым аппаратом человека в

- процессе речи и пения.// Акуст.журн. Т.17. №1, 1972, с. 144-146.
38. Морозов В.П. Занимательная биоакустика. – М., 1983.
39. Незайкинский Е. О психологии музыкального восприятия. – М., 1972.
40. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. – М., 1969.
41. Пирс Дж.Р. Символы, сигналы, шумы. – М., 1969.
42. Римский-Корсаков А.В. Статистические свойства радиовещательного сигнала.// Акуст. журн. Т6. вып.3, 1960, с. 360-369.
43. Римский-Корсаков А.В. Электроакустика. – М.,1973.
44. Рождение звукового образа./ под ред. Е.М. Авербаха. – М., 1985.
45. Рубинштейн С.Л. Проблемы психологии восприятия // исследования по психологии восприятия. – Л., 1948, с. 3-20.
46. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. – М., 1957.
47. Рубинштейн С.Л. принципы и пути развития психологии. – М., 1959.
48. Сеченов И.М. Избранные произведения. Т1 – М., 1952.
49. Стретт Дж.В. (Лорд Рэлей) Теория звука: в 2 т. – М., 1955.
50. Терепинг А.А. Восприятие оператором интерауральных фазовых сдвигов: Автореф. дис. ... канд.психол.наук. – М., 1983.
51. Терпинг А.А. Восприятие бинуральных фазовых сдвигов // Психол.журн. Т.5. №1, 1984, с. 79-84.
52. Фесман Б.А. Экспериментальное исследование статистических свойств музыкальных и радиовещательных сигналов // Акуст.журн. Т.3. вып.3, 1957, с. 274-281.
53. Фурдуев В.В. Акустические основы вещания. – М., 1960.
54. Фурдуев В.В. Системы передачи сигналов, представляющих натуральные звучания.// Тр. НИКФИ. Вып. 56, 1970, с. 45-76.
55. Фурдуев В.В. Стерефония и многоканальные звуковые системы. – М., 1973.
56. Шитов Л.В., Белкин Б.Г. Статистические характеристики сигналов, представляющих натуральные звучания и их

- применение при исследовании электроакустических систем // Тр. НИКФИ. Вып. 56, 1970, с. 77-174.
57. Юссон Р. Певчий голос. - М., 1974.
 58. Bartlet James C. Remembering environmental sounds: the role of verbalization at input // Memory and Cognition. Vol5. N4, 1977, p. 404-414.
 59. Bower G.H., Holyoak K. Encoding and recognition memory for naturalistic sounds.// J. Exp. Psychol. Vol.101, №2, 1972, p. 320-366.
 60. Castellengo M/ Sons muliphoniques aux instruments a vent // Rapp. IRCAM. №34, 1982.
 61. Development of perception. Psychological perspectives / Aslin R., Alberts J.R., Peterson M.R. Vol.1, 1981.
 62. Green D.M. An introduction to hearing. Hillsdate (N.Y.): Lawrence Erlbaum, 1976.
 63. Handbook of perception. Vol.4 Hearing. N.Y.: Acad.press, 1978.
 64. Jansson E.V., Sundberg J. Long-time-average-spectra applied to analysis of music. Pt I: Method and general application.// Accustica. 1975. Vol. 49. p. 15-19.
 65. Morrill D. Aspects dynamiques du pherase la tromppette.// Rapp. IRCAM. №33, 1981.
 66. Noise and audiology. Baltimor: Unive. Park press, 1978.
 67. Peterson I. Picture this. The sounds of speech lead to nove ways of representing complex data // Sci. News. 1987. Vol.131, N 25. p. 392-395.
 68. Rodet X., Potard. Y., Barriere J.-B. CHANT. De la syntehese de la voix chautee a la synthese en general.// Rapp. IRCAM. №35., 1985.

Шиффман Х. Кажущееся движение // Ощущение и восприятие. – СПб. : Питер, 2003, с. 329-339

В данном разделе термином **кажущееся движение** обозначается восприятие движения в тех случаях, когда на самом деле никакого физического перемещения объекта в пространстве нет. Иными словами, речь идет об *иллюзии* движения неподвижного объекта. Однако кажущееся движение – это нечто большее, чем редкий перцептивный курьез, наблюдаемый в лабораторных условиях. В действительности кажущееся движение – чрезвычайно распространенное явление. Мы сталкиваемся с ним каждый раз, когда смотрим фильм или телепередачу. В этом разделе мы рассмотрим причины кажущегося движения и начнем с одной из его простейших форм – со *стробоскопического движения*.

Стробоскопическое движение

Ситуация, при которой два стационарных источника света, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга, включаются попеременно через определенные промежутки времени, была изучена одной из первых и представляет собой один из наиболее убедительных примеров кажущегося движения (Рис. 1).

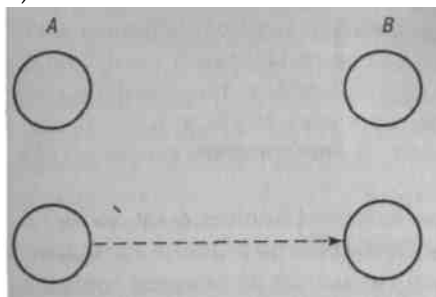


Рис. 1. Стробоскопическое движение, создаваемое двумя стационарными источниками света, A и B, которые включаются попеременно. При определенных интенсивности света, расстоянии между A и B и времени между их включениями возникает иллюзия, что свет движется от A к B (нижний рисунок), хотя источники света включаются последовательно

Когда источник света *A* включается, источник света *B* выключается, и наоборот. Характер кажущегося движения зависит от интервала между включениями или – что одно и то же – от межстимульного интервала (МИ). Как правило, некая форма кажущегося движения воспринимается при МИ, равном от 30 до 200 мс. Если МИ очень продолжительный (более 200 мс), то воспринимается только последовательность включений – поочередно зажигаются то один, то другой источник света. При очень коротком МИ (менее 30 мс) восприятие кажущегося движения сменяется восприятием двух источников света *L* и *B*, включающихся практически одновременно каждый на своем месте. Однако если МИ равен примерно 60 мс, условия для восприятия кажущегося движения оптимальны и создается впечатление, что одна светящаяся точка «бежит» от *A* к *B*. (Когда МИ равен 100 мс, возникает кажущееся движение необычного типа (необычный феномен), так называемое фидвижение. При этом наблюдатели ощущают движение по смещению светящихся точек, но они не видят движения объекта от одного источника света к другому.)

Кажущееся движение, возникающее в результате изменения МИ, называется стробоскопическим движением, или бета-движением. (Приспособление для создания стробоскопического движения – *стробоскоп* – было изобретено в 1833 г.) Эта форма кажущегося движения широко используется в различных светящихся, в том числе и неоновых, надписях – на афишах, на указателях железнодорожных переездов, а также на всевозможных рекламных щитах, указывающих дорогу к ресторанам, парковкам, почтовым отделениям и мотелям. Природа стробоскопического движения определяется не только МИ, но и интенсивностью источников света и их взаимным расположением в пространстве. Сложные зависимости, связывающие эти три переменные величины, были изучены в 1915 г. Корте и известны как *законы Корте* (см. Boring, 1942, p. 598). Например, при увеличении расстояния между источниками света для сохранения восприятия стробоскопического движения необходимо увеличить либо их интенсивность, либо МИ.

«Движущиеся картины» (кинематограф)

Эффект кажущегося движения могут вызвать не только такие простые, последовательно воздействующие на зрительную систему стимулы, как расположенные рядом точечные источники света (Рис. 2).

На принципах, о которых будет рассказано в этом подразделе, основан один из самых знакомых и убедительных примеров движения – «движущиеся картины».



*Рис. 2. Кажущееся движение на примере двух расположенных рядом неподвижных стимулов. Если всматриваться в изображенную вертикальную линию *а*, за которой следует горизонтальная линия *б*, то примерно через 60 мс покажется, что вертикальная линия сместилась на 90° по часовой стрелке *в*.*

Разумеется, сами картины не двигаются. Речь идет о кинематографе – о проецировании на экран быстро сменяющихся друг друга кадров, на которых запечатлены очень незначительно отличающиеся друг от друга сцены. Каждый последующий кадр отличается от предыдущего небольшим изменением положения в пространстве движущегося объекта. Если эта последовательность неподвижных кадров проецируется на экран с надлежащей скоростью (обычно 24 кадра в секунду), возникает ощущение движения. Так же как и в случае стробоскопического движения, характер кажущегося движения, создаваемый движущимися картинами, зависит от скорости проецирования. Если скорость мала, видны только мелькания или – при совсем незначительной скорости – ряд отдельных кадров, если же скорость слишком велика – все кадры сливаются в расплывающееся пятно (история кинематографа, а также технология производства кинокар-

тин и анализ их восприятия кратко описаны в Wead & Lellis, 1981, подробное и небезынтересное изложение этой проблемы читатель найдет в Hochberg, 1986).

Как уже было сказано при обсуждении таких явлений, как *эффекты маскировки и инерция зрения* <...>, реакция зрительной системы на визуальную стимуляцию продолжается еще какое-то время и после исчезновения вызвавшего ее раздражителя. В случае же киноленты, если ряд отдельных кадров демонстрируется с надлежащей скоростью, в нейронах, возбужденных предыдущим кадром, потенциалы действия продолжают возникать и после того, как на экране возник последующий кадр. А это значит, что изображение, запечатленное на каждом кадре, «сливается» с изображениями, запечатленными на предшествующем и следующем кадрах, что и производит впечатление непрерывного движения. Зрительная система интегрирует, или суммирует, ряд последовательных образов, создавая иллюзию непрерывной визуальной сцены или события. Ниже описано экспериментальное подтверждение феномена, называемого *кинетическим затуманиванием* и основанного на эффекте последействия.

Экспериментальное подтверждение

Кинетическое затуманивание

Подержите палец на расстоянии 10–12 дюймов от светящегося серого экрана телевизора или монитора компьютера и наблюдайте за его непрерывным движением из стороны в сторону. Вы увидите даже немного пугающий поток расплывающихся изображений двигающегося пальца. Этот эффект практически не зависит от освещенности, но наиболее отчетливо он проявляется при низкой освещенности (которая благоприятствует зрительной стойкости).

Хотя *инерционность зрительной системы* (т.е. *эффект последействия*) важна для восприятия плавного, непрерывного движения из последовательно представляемых отдельных изображений, и прежде всего потому, что благодаря ей периоды затемнения между изображениями остаются незамеченными, не менее важен и другой фактор. Плавное объединение кадров достигается за счет близкого сходства их отличительных признаков и общности содержания. Чем теснее они связаны между собой и чем больше структурное сходство

соседних кадров, тем выше их «феноменальная идентичность», т.е. тем легче зрительной системе объединить информацию, последовательно получаемую от физически дискретных (не связанных друг с другом) стимулов, таким образом, что мы воспринимаем, как непрерывное движение (Ramachandran et al., 1998).

Когда мы смотрим какой-либо отрывок из кинофильма – например, кадры, на которых изображен бегущий человек и между которыми сохраняется преемственность, – изменения в положении его рук, ног и всего тела от кадра к кадру проецируются на один и тот же участок сетчатки, то, что изображено на кадре, сохраняет свою кажущуюся связность и структурную общность. Перцептивный результат таков, что зрительная система интерпретирует эти последовательные, связанные друг с другом изменения как *движение*. Напротив, череда не похожих друг на друга, откровенно не совместимых друг с другом кадров способна дезориентировать зрительную систему. Хотя у нее и может быть опыт восприятия последовательности превращающихся друг в друга разных форм, возможность восприятия плавного, кажущегося движения снижается. Условия, способствующие проявлению подобного феномена, можно создать только в лаборатории, занимающейся изучением восприятия.

Эффект обратного вращения колеса. На практике свет, проецируемый на экран большинством современных кинопроекторов, между двумя кадрами несколько раз прерывается. Это объясняется тем, что даже скорость демонстрации киноленты, равная 24 кадрам в секунду, полностью не избавляет от мельканий. Чтобы избежать их, обычно каждый кадр показывают трижды. Это делается с помощью специального трехлопастного прерывателя, который каждый кадр проецирует на экран в виде трех проекций, что соответствует общей скорости, равной 72 проекциям в секунду. Старые домашние кинопроекторы демонстрируют фильмы со скоростью 16 кадров в секунду (общая скорость – 48 проекций в секунду), но поскольку эти проекции обычно демонстрируются при меньшей

освещенности, они лучше сливаются, а тенденция к мельканию выражена слабее. Изображение, которое мы видим на телевизионном экране, основано на том же принципе слияния, но технически совершенно иное.

Именно в данном контексте уместно объяснить *эффект обратного вращения колеса*, который проявляется в том, что но спицам колес зрителю кажется, будто транспортные средства, которые в соответствии с происходящим на экране двигаются вперед, на самом деле едут назад. Некоторые авторы считают, что в данном случае нет никакой иллюзии движения (кроме, разумеется, восприятия движения колес, являющегося результатом последовательного представления самих кадров) (Christman, 1979; Fineman, 1981). Скорее речь может идти о *несоответствии* числа оборотов колеса в секунду и числом кадров, снятых за одну секунду. Если камера снимает 24 кадра в секунду, а колесо делает за одну секунду 23 оборота (или количество оборотов, кратное 23), то каждый последующий кадр запечатлевает колесо чутьочку *раньше*, чем оно успевает совершить полный оборот. Во время демонстрации фильма зрителю покажется, что колесо катится назад со скоростью, равной 1 оборот в секунду. Если бы скорости вращения колеса и проецирования фильма были бы равны (т.е. 24 оборота в секунду и 24 кадра в секунду соответственно), то колеса казались бы неподвижными. Если бы колеса вращались со скоростью 25 оборотов в секунду (или с любой другой скоростью, кратной 25), притом что фильм проецируется на экран со скоростью 24 кадра в секунду, зрителю казалось бы, что колеса катятся вперед со скоростью 1 оборот в секунду.

Резюмируя, можно сказать, что восприятие кинофильма на основании ряда дискретных, прерывистых изображений является результатом инерционности зрительной системы, а также распознавания общих отличительных признаков и последовательных изменений от кадра к кадру. Однако полного объяснения этого феномена у нас нет. Как писали Вид и Леллис: «Наука еще не в состоянии объяснить причину этой иллюзии [кинематографа]. Нам известно, что при определенных

условиях мы склонны воспринимать дискретные объекты как непрерывные структуры, но пока что никто не знает, почему этот обман удается» (Wead & Lellis, 1981, p. 41).

Реальное движение/кажущееся движение. Как зрительная система обрабатывает информацию об изменениях в сетчатке, вызванных разнообразными формами кажущегося движения? Каковы способы обработки информации о кажущемся движении и отличаются ли они от способов обработки информации об изменениях, вызванных физически перемещающимися объектами? Ясно, что ни стробоскопическое движение, ни восприятие кинофильмов не приводят к таким изменениям сетчатки, к которым приводит наблюдение за реальным физическим движением. Как уже отмечалось выше, кинофильмы – это последовательность дискретных, быстро проецируемых на экран кадров, отделенных друг от друга чрезвычайно короткими периодами затемнения. Следовательно, исходя из сложности обработки информации, поступающей от различных компонентов подобной стимуляции, можно было бы ожидать, что физиологические механизмы, лежащие в основе восприятия реального и кажущегося движения, различны.

Однако эксперименты показали, что движение объектов, запечатленное на киноплёнке, которую демонстрируют надлежащим образом, кажется таким же непрерывным, как и движение реальных объектов. Следовательно, можно принять, что в основе восприятия многих форм кажущегося движения лежит тот же самый механизм детектирования движения, что и в основе восприятия реального движения (Clatworthy & Frisby, 1973). Если говорить конкретно о стробоскопическом движении, то оно может быть результатом функционирования некой системы, участвующей в восприятии некоторых видов быстро сменяющихся друг друга реальных движений. Уоллис, сторонник ярко выраженного эволюционного подхода, так сформулировал свою оригинальную и даже несколько эксцентричную точку зрения на сходство реального и кажущегося движения:

Реальное и стробоскопическое движение субъективно сходны, но это сходство обманчиво... Возможно, это не простое совпадение, ибо можно предположить, что очень похожая имитация кажущимся движением реального движения при тех же пространственных и временных условиях и при том же освещении имеет некоторую биологическую ценность. Какую именно, мы сказать не можем. Автор готов рискнуть и предположить, – очень осторожно! – что, возможно, когда примитивное, глупое позвоночное видело движущийся объект, который сперва скрывался за какой-то преградой, а потом появлялся вновь, оно до тех пор не могло с уверенностью сказать, один это объект или два, пока в его распоряжении не появились автоматические средства определения «единственности» объекта в то время, пока он был скрыт от него. Какой бы ни была причина эволюции процесса домысливания изображения в фи-фе-номен, трудно сказать, какую пользу его сохранение принесло нам... если, конечно, не считать кино жизненной необходимостью (Walls, 1963, p. 362).

Автокинетическое движение

Ощутить движение можно, если, находясь в абсолютно темной комнате, сосредоточить взгляд на светящейся точке. В этих условиях у наблюдателя нет ни пространственного фона, ни каких-либо фиксированных зрительных координат, с которыми можно было бы соотнести эту светящуюся точку. В результате единственная стационарная светящаяся точка начинает «дрейфовать», и это явление называется **автокинетическим движением**. Как правило, светящаяся точка лишь ненамного отклоняется от своего положения, однако нередко совершает и весьма заметное движение. В том, что касается масштаба и направления автокинетического движения, индивидуальные различия наблюдателей очень велики и на восприятие этого явления заметно влияет их социальный статус (Sherif, 1936).

Предложено несколько механизмов, объясняющих возникновение автокинетического движения и основанных преимущественно на роли произвольных движений глаз (Mask, 1986; Post & Leibowitz, 1985). Заслуживающее внимание объясне-

ние автокинетического феномена предложено Грегори (Gregory, 1973). Его теория, иногда называемая *теорией утомленных глазных мышц*, основана на изменяющейся способности глазных мышц поддерживать фиксацию глаза на неподвижной светящейся точке. В ходе продолжительной фиксации микродвижения глаз вызывают флуктуации фиксации, и в результате длительной фиксации глазные мышцы «устают». Чтобы компенсировать усталость и возрастающие усилия, необходимые для поддержания фиксации на светящейся точке, глазным мышцам требуются *необычные командные сигналы, корректирующие командные сигналы*. По своей сути эти корректирующие сигналы – то же самое, что и эфферентные сигналы, приводящие в движение глаза, совершающие следящие движения во время наблюдения за перемещающимся стимулом. Однако поскольку эти сигналы полностью лишены каких-либо признаков визуального фона, они превратно толкуются как сигналы к движению глаз. Следовательно, по Грегори, причиной движения светящейся точки в темноте являются не движения глаз, а корректирующие сигналы, призванные *предотвратить* их.

Эффект последствия движения

Пассажиру только что остановившегося поезда, до этого долго смотревшему в окно, кажется, что теперь уже неподвижный пейзаж движется вперед, и это ощущение настолько реально, словно поезд медленно катится назад. Это пример **эффекта последствия движения (ЭПД)**, суть которого заключается в том, что восприятие движения может продолжаться и после прекращения воздействия движущегося раздражителя. Точно так же и неподвижная сцена покажется движущейся вверх, если до этого долго смотреть на падающую воду (на водопад). Это пример особого эффекта последствия движения, описанного в 1834 г. Аддамсом (Addams, 1834) и в 1882 г. Баудитчем и Холлом (Bowditch & Hall, 1882) и называемого *иллюзией водопада* (подробное описание этого эффекта см. в Fineman, 1981). Одно из первых приспособлений, предназначенных для демонстрации иллюзии водопада, представлено на рис. 3.

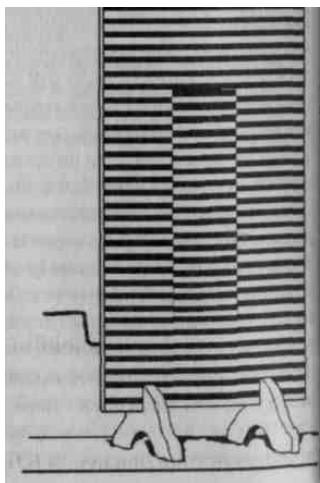


Рис. 3. Одно из первых приспособлений, предназначенных для демонстрации иллюзии водопада.

С помощью ручки полосатый ремень приводится в движение (вверх или вниз), и испытуемые через специальное отверстие наблюдают за ним. После того как ремень останавливается, испытуемый, глядя на фон или на какую-либо другую поверхность, продолжает видеть движение, но в обратную сторону. (Авторство этого приспособления обычно приписывается Бовдичу и Холлу (Источник. Bowditch & Hall, 1882), однако Боринг высказывает предположение о том, что нечто подобное, возможно, было создано раньше, Уильямом Джеймсом (Источник. Boring, 1942)).

Как будет понятно из описанного ниже экспериментального подтверждения, ЭПД можно легко продемонстрировать с помощью компьютера.

Экспериментальное подтверждение

Эффект последствия движения

Вам понадобится компьютер, содержащий достаточно длинный текст, набранный чрез два, а еще лучше – через три интервала. Глядя на центр монитора, «гоните» текст вниз с постоянной скоростью, не читая его. Секунд через 90, когда вы остановите текст, вам покажется, что неподвижный монитор перемещается вверх. Иллюзия движения вверх – это эффект последствия движения, вызванный тем, что вы до этого наблюдали за движением вниз.

Если у вас нет доступа к компьютеру, сделайте следующее. Глядя на центр телевизионного экрана, проследите за движением по нему заключительных титров фильма, не читая их. Когда титры пройдут, вам покажется, что экран движется вниз.

ЭПД несколько иного характера, отчасти вызванный определенным ритмом произвольных движений глаз во время фиксации взгляда, может быть продемонстрирован с помощью геометрического узора, представленного на рис. 4.

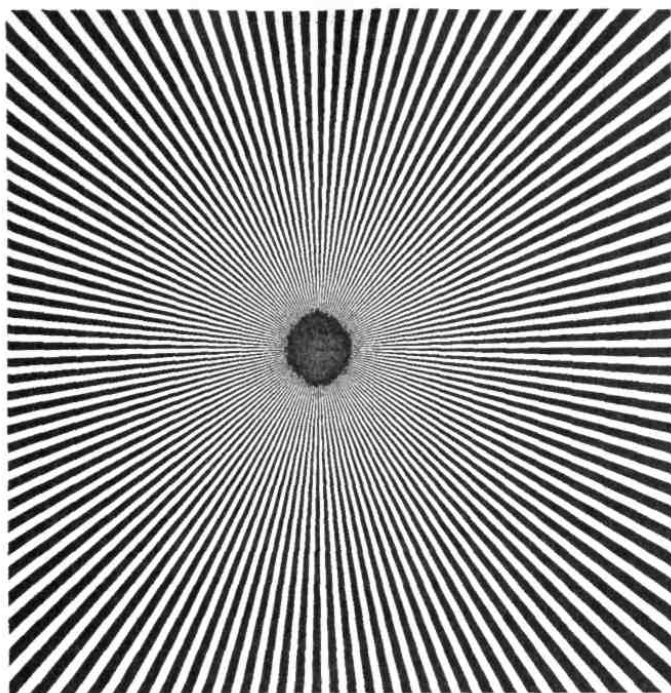


Рис. 4. Пример геометрического узора, вызывающий эффект последействия, в котором может восприниматься движение.

Если в течение примерно 20 секунд пристально всматриваться в центр узора, а затем «спроецировать последействие» на лист белой бумаги, обычно появляется ощущение вращательного движения. [Источник: D. M. MacKay. Ways of looking at perception. W. Wathen-Dunn (Ed.). *Models for the perception of visual form*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1967)

Нейронные процессы, лежащие в основе ЭПД. Общий подход к трактовке ЭПД базируется на представлениях об *эффектах последействия и селективной адаптации* (см. главы 4, 5 и 7). Не вдаваясь в детали, можно сказать, что причиной ЭПД

являются селективная адаптация и уставание чувствительных к восприятию движения детекторов, характерные для человека, воспринимающего движение какого-либо объекта.

Рассматривание «водопада» или прокручивание текста (см. вышеописанные экспериментальные подтверждения), т.е. восприятие в течение какого-то периода времени только движения *вниз*, приводит к тому, что детекторы, чувствительные к движению такого типа, утомляются, или адаптируются, в результате чего становятся менее активными. Поэтому, когда человек, наблюдавший за движением вниз, переводит свой взгляд на неподвижную композицию, чувствительность его рецепторов, воспринимающих движение вниз, оказывается пониженной и ему кажется, что и неподвижная композиция, и ее элементы перемещаются вверх. На каком уровне зрительной системы находятся рецепторы, обеспечивающие ЭПД? Сегодня у нас нет определенного ответа на этот вопрос, однако варьирование условий, при которых они возникают, дает возможность высказать некоторые предположения. Например, если эти рецепторы лежат на уровне сетчатки, то адаптация к действию движущегося стимула только одного глаза должна привести к тому, что второй, неадаптированный глаз *не почувствует* ЭПД. Иными словами, если происхождение ЭПД связано с функционированием сетчатки, адаптация одного глаза не должна повлиять на состояние другого. Однако когда такой эксперимент был проведен, оказалось, что неадаптированный глаз тоже ощущает ЭПД, что свидетельствует в пользу центрального, или кортикального, происхождения этого феномена (Nitchell, Reardon & Muir, 1975; Mitchell & Ware, 1974; Murakami & Cavanagh, 1998. Фундаментальный обзор литературы, посвященной ЭПД, читатель найдет в Mather et al, 1998).

Прогнозирование траектории движения

Заключительный раздел главы посвящен преимущественно не восприятию движения объектов, а *прогнозированию* траекторий их движения. Этот вопрос вполне заслуживает краткого обсуждения, поскольку некоторые объяснения дви-

жения объектов по определенным траекториям получены на основании такого явления общего характера, как восприятие движения, рассмотрению которого была посвящена эта глава. Поскольку большинство людей постоянно имеют дело с динамическими событиями, происходящими в окружающем мире, и в первую очередь – с движущимися объектами, можно было бы предположить, что им уже знакомы некоторые базовые принципы и законы физики и понятна предсказуемость траекторий движения объектов. Между тем в том, что касается движения объектов даже, казалось бы, в простых условиях, все еще немало заблуждений, а нередко и ошибочных представлений. Приведены результаты экспериментов (McCloskey, Carramazza & Green, 1980; см. также: Kaiser, Proffitt & McCloskey, 1985), проведенных для оценки способности испытуемых точно предсказать траекторию движения объектов на основании решения таких простых физических задач, как две первые задачи, представленные на рис. 5.

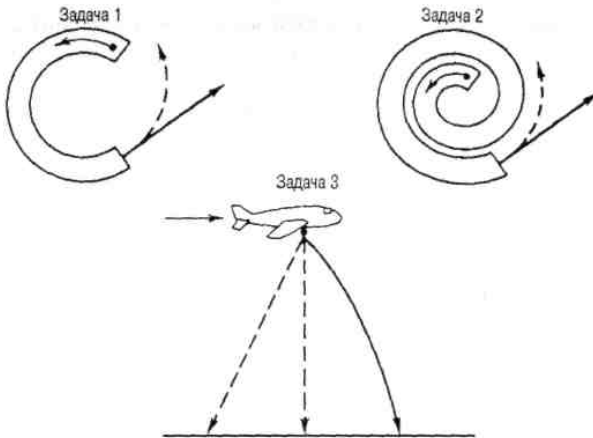


Рис. 5. Прогнозирование траектории движения объектов.
Правильное решение задач (сплошные стрелки) и наиболее распространенные ошибки (пунктирные стрелки). (Источники: McCloskey, 1983; Kaiser, Proffitt & McCloskey, 1985; McCloskey, Carramazza & Green, 1980)

Когда испытуемых, преимущественно студентов колледжа, из которых 70% как минимум изучали физику в средней школе, спросили о траектории движения предмета, выпущенного из изогнутой трубы, на удивление многочисленная группа оказалась не готовой дать точный ответ. Они отвечали, что выпущенный из изогнутой трубы предмет будет продолжать двигаться по кривой даже в отсутствие внешнего воздействия. Более того, увеличение числа неправильных ответов при переходе от задачи 1 к задаче 2 позволяет предположить, что, по мнению большинства испытуемых, кривизна траектории движения объекта зависит от времени его пребывания в трубе, и чем это время больше, тем более изогнутой будет и траектория. Правильный ответ на обе задачи непосредственно вытекает из закона инерции, или первого закона Ньютона: *движение тела изменяется только под воздействием приложенного к нему внешнего усилия. Если тело находится в покое, оно будет оставаться в покое. Если оно находится в движении, оно будет продолжать двигаться с постоянной скоростью до тех пор, пока к нему не будет приложено внешнее усилие.*

В ходе бесед, проведенных с испытуемыми после эксперимента, выяснилось, что причина неправильных ответов – не зрительные искажения или перцептивная предвзятость, а исключительно их наивные представления о движении. Основное заблуждение участников эксперимента базировалось на вере в то, что предмет, который «заставили» двигаться в изогнутой трубе, приобретает «момент движения», или импульс, «заставляющий» его продолжать криволинейное движение и после выхода из трубы даже тогда, когда он не испытывает никакого внешнего воздействия. А это значит, что траектория движения станет прямолинейной только после того, как постепенно «израсходуется» импульс. Мак-Клоски считает источником этих наивных представлений о движении, которые полностью соответствуют представлениям классической физики, доньютоновскую теорию импетуса («первотолчка»), господствовавшую в Средние века (McCloskey, 1983). Согласно этой теории, приведенный в движение объект приобретает

силу, или импульс, который и поддерживает его движение. Этот импульс постепенно истощается, что вызывает сначала замедление движения, а затем и полную остановку объекта.

Дополнительные доказательства того, что неверные ответы явились результатом наивных представлений, а не проблем перцептивного характера, основаны на следующем: испытуемые *узнавали* правильные траектории движения объектов, когда ситуации, аналогичные описанным в задачах 1 и 2 (Рис. 5), были предъявлены им в видеозаписи (Kaiser, Proffitt & Anderson, 1985). Когда испытуемым показывали разные, прямолинейные и криволинейные, траектории движения мяча, выпущенного из изогнутой трубы, практически все выбрали правильную траекторию. Как наиболее естественный путь они воспринимали правильную прямолинейную траекторию, а не ошибочную, криволинейную, которую нередко предсказывали на основании стационарных репрезентаций.

Известны также и неверные прогнозы относительно падающих объектов, которые могут быть основаны на перцептивных процессах. Задача 3 на рис. 8.16 касается самолета, летящего на определенной высоте с постоянной скоростью и сбрасывающего на землю какой-то предмет. Нужно определить траекторию полета этого предмета с момента его отделения от самолета до приземления. На рисунке представлены и правильный ответ, и два наиболее распространенных ошибочных ответа. Правильный ответ таков: падая по параболической траектории, объект будет продолжать двигаться вперед. Одно из объяснений наиболее распространенных ошибок заключается в зрительной иллюзии, основанной на многочисленных наблюдениях над объектами, падающими из движущихся предметов по прямой. (McCloskey, 1983; Kaiser et al., 1985; McCloskey, Washburn & Felch, 1983). Когда человек на бегу или на ходу роняет что-либо, он сам играет роль системы координат, относительно которой воспринимается упавший предмет <...>. Иными словами, падение предмета воспринимается на фоне подвижной системы координат – иду-

щего или бегущего человека. Поэтому движение объекта *относительно* движущегося фона может быть ошибочно воспринято как движение относительно стационарного фона и интерпретировано вследствие этого как его, объекта, абсолютное движение. Мы видим, что предмет, который уронил идущий человек, падает прямо вниз *относительно идущего человека*, и можем ошибочно решить, что траектория падения этого предмета – прямая линия. Как правило, неверные суждения о траекториях движения уроненных или сброшенных предметов возникают в результате многократных наблюдений за перемещением объектов относительно двигающейся (подвижной) системы координат (Kaiser et al., 1985).

Вопросы для дискуссий

1. В чем заключается роль анализатор при приеме и обработке информации?
2. Какие основные факторы, влияющие на четкость восприятия и передачи информации в системе ЧСМ Вы можете обозначить?
3. В чем заключается специфичность применения знаний об анализаторах человека и животных при создании технических устройств вы можете привести?

Тема 4.

Учет особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ

Зинченко Т.П. Исследование психологических закономерностей формирования и динамики когнитивных карт у авиадиспетчеров // Память в экспериментальной и когнитивной психологии. – СПб. : Питер, 2002, с.193–207

Когнитивные карты в деятельности диспетчера по управлению воздушным движением

Профессия диспетчера по управлению движением воздушного транспорта является одной из первых среди операторских профессий по напряженности труда. Технический прогресс в управлении воздушным движением породил проблемы, обусловленные увеличением интенсивности воздушного движения. Анализ деятельности авиадиспетчера представлен в ряде работ (Беседин В.П. и др., 1986; Казимирчак В.В., 1978; Гасов В.М., Соломонов Л.А., 1990; Цепляев Ю.Ф. и др., 1990 и др.).

Главная цель деятельности авиадиспетчера – обеспечение безопасности, регулярности и экономичности воздушного движения. Деятельность авиадиспетчера можно классифицировать как операторскую и представить в виде четырехуровневой иерархической структуры (Рис. 1).

Автор данного подхода В.В. Казимирчак (1978) считает, что в качестве структурных единиц первого уровня целесообразно выделить этапы деятельности, составляющие, в свою очередь, систему со сложными взаимосвязями, центральное место в которой занимает этап обработки информации и решения задач УВД (управления воздушным движением). Остальные этапы носят относительно подчиненный характер. Часто этапность деятельности предполагает линейную струк-

туру, т.е. последовательное выполнение во времени всех этапов. Для авиадиспетчерской деятельности это не характерно, так как здесь имеет место одновременное управление несколькими воздушными судами.

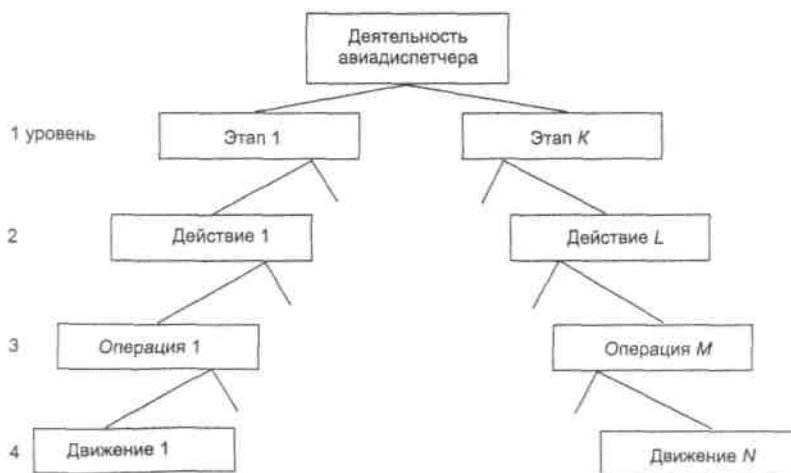


Рис. 1. Структура деятельности авиадиспетчера

В связи с этим возможно наложение или совмещение этапов. Несмотря на это, этапы деятельности можно считать инвариантными структурными единицами деятельности авиадиспетчера. Каждый этап деятельности направлен на достижение одной из целей УВД. При анализе деятельности авиадиспетчера выделяют пять главных этапов:

- обработка информации и решение задач УВД;
- сбор и регистрация необходимой информации;
- реализация решений;
- контроль;
- координация (Рис. 2).

Центральное место в деятельности авиадиспетчера занимает этап обработки информации и решения задач УВД. Деятельность на этом этапе направлена на достижение основных целей управления – обеспечение безопасности, регуляр-

ности и экономичности воздушного движения. Названные цели можно ранжировать по значимости: в первую очередь безопасность, затем регулярность и по мере возможности – экономичность.

На этапе сбора и регистрации необходимой информации целью деятельности авиадиспетчера является создание достаточной и достоверной информационной базы для решения задач УВД.

На этапе реализации решений преследуется цель доведения решений до исполнителей (экипажей воздушных судов), т.е. передача командной и осведомительной информации. Целью этапа контроля является определение правильности выполнения команд управления экипажами воздушных судов.



Рис. 2. Взаимосвязь между этапами деятельности авиадиспетчера и связь

Специфические условия деятельности авиадиспетчера находят отражение в этапе координации. Весь полет воздушного судна делится на участки: движение по аэродрому, взлет, набор высоты и выход на трассу, полет по трассе, снижение и подход к аэродрому посадки. УВД также осуществляется поэтапно, причем для каждого судна имеется свой диспетчерский пункт, реализующий управление и несущий ответственность за безопасность. Кроме того, крупные и сложные зоны управления делятся на участки, поэтому при переходе воздушного судна из одной зоны в другую или из одного участка в другой требуется координация деятельности. На этапе координации управления достигается цель обеспечения безо-

пасности воздушного движения не только в зоне контроля данного диспетчера, но и в соседних зонах, а также на рубежах передачи управления.

Структурными единицами на втором уровне являются действия. В общем случае на втором уровне можно выделить систему из L действий.

На этапе сбора и регистрации информации выделяют следующие действия:

- прием визуальной информации;
- прием аудиальной информации;
- фиксация принятой информации.

На этапе обработки информации и принятия решений можно выделить действия, связанные с решением следующих задач УВД:

- задача приема и передачи управления воздушными судами;
- стереотипные задачи, обусловленные установленной технологией управления;
- проблемные задачи, связанные с конфликтными или аварийными ситуациями.

Для этапа реализации решений характерны следующие действия:

- регистрация принятых решений;
- передача команд управления.

На этапе контроля управления выделяются действия:

- передача запросов информации;
- регистрация отклонений параметров полета воздушного судна от заданной программы;
- передача указаний по коррекции траекторий.

При координации управления:

- передача информации по координации;
- регистрация информации по координации.

Как отмечает В.В. Казимирчак, для данного уровня структуры деятельности авиадиспетчера также характерно совмещение и наложение структурных единиц во времени. Однако это не мешает их непосредственному наблюдению,

т.е. имеется возможность четко зафиксировать моменты их начала и окончания.

В деятельности авиадиспетчера пространственный образ ситуации, который можно рассматривать как когнитивную карту, играет главенствующую роль.

Воздушная обстановка прежде всего характеризуется структурой размещения самолетов в воздушном пространстве по вертикали и горизонтали и динамикой этой структуры во времени, т.е. направлением движения самолетов и их скоростью.

Для управления воздушным движением авиадиспетчеру необходимо точное знание воздушной обстановки и ее постоянный анализ, который осуществляется на основе информации, закрепленной в опыте диспетчера (в виде постоянных сведений о географической среде, инструкций, правил и наставлений по производству полетов и руководству ими, схем различных маневров, сведений о технической оснащенности аэропортов и летных характеристик различных типов самолетов и т. д.), и информации, поступающей к диспетчеру по различным каналам связи (радиосвязь, индикационные устройства и т. д.) от других диспетчеров, диспетчерских и информационных служб и ведомых бортов (в виде оперативно меняющихся сведений о характере и ходе полетов, состоянии объекта управления, метеобстановки). Интегрируя всю поступающую информацию, диспетчер создает некий субъективный образ, с опорой на опыт и экстраполяцию обстановки.

Пространство, используемое для полетов, разделено на зоны, в которых управление движением самолетов осуществляет определенный диспетчерский пункт. Зона управления разделена на секторы, в которых руководят полетами один-два диспетчера. Сектор имеет строго ограниченное для перемещения самолетов пространство – «коридоры». Схема «коридоров» похожа на карту участка автодорог. Наиболее напряженными являются «коридоры» на маршруте между крупными городами. Особого внимания от авиадиспетчера требует управление на «перекрестках» или «узлах» «коридоров», где траектории полетов пересекаются. «Коридоры» для

удобства ориентации проходят над определенными пунктами на местности (поселки, города и т. п.). В вертикальной плоскости «коридор» разделен на «эшелоны», которым соответствуют свои высоты и направления движения. Перемещение из одного «коридора» в другой, смена «эшелона» осуществляется под руководством авиадиспетчера.

«Коридоры», «эшелоны» – это элемент долговременной концептуальной модели и глобального оперативного образа. Эта пространственная информация интегрируется в когнитивную карту, которая является достаточно стабильной. Динамические изменения в когнитивной карте происходят при перемещении воздушных судов и отчасти при изменении метеоусловий. В результатах этих изменений достигается адекватность когнитивной карты текущей воздушной обстановке и решаемым диспетчером задачам по управлению воздушным движением.

Только перечень задач, которые должен решать диспетчер сектора управления воздушным движением, показывает многообразие и сложность принимаемых оператором решений. Вот их краткий перечень: 1) сбор и восприятие информации о воздушной обстановке, определение фактического полета самолета и момента входа его в зону ответственности диспетчера; 2) разработка текущего плана полета и согласование его с экипажем и смежными пунктами управления (текущий план полета – бесконфликтная пространственно-временная траектория движения самолета – разрабатывается на основании информации о текущих планах полетов, учитываемая ограничения в пространстве); 3) слежение за текущей траекторией полета, сравнение ее с траекторией плана полета, определение отклонений; 4) прогнозирование воздушной обстановки и текущей траектории полета на интервале времени Δ и предупреждение пилота о тенденции к отклонению; 5) определение возможности дальнейшего полета по траектории текущего плана и принятие решения о разрешении конфликта; 6) согласование с пилотом и смежными пунктами управления мер по ликвидации отклонений от текущего плана вплоть до разработки нового плана полета; 7) прием на управление са-

молетов от соседних секторов управления и передача их диспетчерам соседних секторов (В.М. Гасов, Л.А. Самсонов, 1990). Каждая задача, решаемая диспетчером, требует наличия информации. К такой информации, которую должен помнить диспетчер, относится постоянная информация (инструкции, позывные и т.д.), общеосведомительная (сообщения о погоде, состоянии аэродрома), конкретно осведомительная (время подхода самолета к зоне данные о состоянии самолета), оперативная (сообщение с самолета типа «Прошел Тулу, высота 1200, разрешите подход»). На основе этой информации, а также информации, которую он получает, ведя наблюдение за состоянием экрана радиолокатора, у диспетчера строится пространственно-временной образ воздушной обстановки (когнитивная карта), на основе которого он принимает конкретное управленческое решение.

Б.М. Величковский и И.В. Блинникова (1986) изучали психологические особенности деятельности диспетчеров службы управления воздушным движением, предъявляющей повышенные требования к отражению пространственно-динамических характеристик ситуации. Результаты исследования функционального генеза пространственного знания, разворачивающегося в ходе накопления профессионального опыта, свидетельствуют о том, что выделенные Ф.Н. Шемякиным (1940) стадии онтогенеза, представленные пространственным окружением, позволяют описать также процесс формирования внутренней модели воздушной обстановки у авиадиспетчеров. Например, на ранних этапах освоения зоны диспетчеры неизменно реконструировали ее шаг за шагом вдоль тех коридоров, по которым они проводят самолеты («карта-путь»). На стадии освоения воздушного пространства порядок реконструкции был предпочтительно более свободным: последовательные уточнения положения часто относились к ориентирам, между которыми самолеты могли и не летать («карта-обозрение»). По мнению авторов, эта динамика отражает переход от процедурных к более рефлексивным образным репрезентациям реального или воображаемого про-

странства. С помощью экспертных оценок авиадиспетчеры были разбиты на две группы: первая – диспетчеры высшей квалификации, вторая – диспетчеры, профессиональные навыки которых оценивались скорее как удовлетворительные. Диспетчеры обеих групп обладают целостным образом зоны управления, структурированной по функциональному признаку. Диспетчеры первой группы отличались от диспетчеров второй группы размерностью образа воздушной обстановки. Если у диспетчеров первой группы образ был трехмерным, то у диспетчеров второй группы он был в большинстве случаев двухмерным. Появление пространственных представлений означает концептуализацию схем действия. Концептуализация знания открывает путь к произвольному выбору маршрута, нахождению обходного пути при появлении препятствий.

Исследование Б.М. Величковского и Е.Л. Лапина (1984) показало, что одной из центральных структур образа воздушной обстановки является локальный образ критической ситуации в трехмерном пространстве. Размерность выступает в качестве профессионально важного признака образа воздушной обстановки зоны управления воздушным движением у авиадиспетчеров. Авторы считают, что основными характеристиками труда авиадиспетчера являются следующие: размерность образа воздушной обстановки; скорость и точность выполнения пространственных преобразований; соответствие пространственных репрезентаций реальной воздушной обстановке. С помощью теста мысленных вращений трехмерных фигур были получены данные о том, что эта операция является профессионально важной в деятельности авиадиспетчера.

Анализ авиационных происшествий при УВД за 12 последних лет показывает, что человеческий фактор является одним из основных, определяющих уровень безопасности полетов, и на его долю приходится от 70 до 80% (в отдельные годы до 90%) всех нарушений и авиационных происшествий. В случаях опасных сближений основную долю составляют ошибки, связанные с неправильным прогнозом и оценкой воздушной обстановки при радиолокационном контроле (до

80%), взаимодействие между смежными наземными абонентами (до 36%), нарушение рубежей передачи УВД без уведомления смежного органа УВД (до 10%) (Коваленко П.А., 1989).

К факторам, оказывающим влияние на качество деятельности диспетчерского состава, относятся:

- высокая ответственность за выполнение поставленной задачи;
- дефицит времени;
- недостаток или избыток информации;
- недостаточный уровень профессиональной подготовки;
- несоответствие психологических и психофизиологических свойств личности характеру выполняемой работы;
- групповая несовместимость, которая может возникнуть при неправильном комплектовании смен;
- экстремальные факторы обитаемости (перегрузка, интенсивный шум, вредные примеси воздуха и т. д.).

Некоторые из этих факторов непосредственно связаны со способностью к формированию когнитивных карт и оперированию ими (способность действовать по представлению, умение свободно оперировать пространственными образами), другие – опосредствованно. Изучение способности к формированию когнитивных карт необходимо в конечном итоге для повышения безопасности движения воздушного транспорта.

Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования явилось изучение психологических закономерностей формирования когнитивных карт и оперирования ими у авиадиспетчеров. В исследовании уточнялась гипотеза о том, что способность к «когнитивному картированию» является комплексным образованием, интегрирует мнемические и имажинитивные свойства психики человека. В то же время эта способность является самостоятельным феноменом и не сводится к сумме перечисленных свойств. В исследовании решались следующие задачи:

- апробировать методики, позволяющие диагностировать способность к формированию когнитивных карт и оперированию ими;

- изучить динамику формирования когнитивных карт;
- исследовать зависимость продуктивности формирования когнитивных карт от напряженности деятельности;
- изучить влияние эффектов интерференции на процессы «когнитивного картирования».

Исследование выполнялось под нашим руководством В.Г. Храмцовым на командно-диспетчерском пункте Белорусского управления гражданской авиации. В нем участвовали 25 авиадиспетчеров.

Исследование включало четыре серии эксперимента. В первых трех использовалась методика «Карты-схемы», адаптированная к задачам исследования. В первом эксперименте изучались индивидуальные особенности в способности к формированию когнитивных карт у авиадиспетчеров. Во втором эксперименте исследовались эффекты интерференции в процессе формирования когнитивных карт. В третьем – изучалась продуктивность формирования когнитивных карт в связи с динамикой работоспособности авиадиспетчеров. В четвертом эксперименте изучались закономерности формирования когнитивных карт в условиях динамического предъявления информации.

Исследование индивидуальных различий в способности к формированию когнитивных карт у авиадиспетчеров

Задача исследования – определить индивидуальные особенности и общие закономерности динамики формирования когнитивных карт в условиях статистического предъявления информации. В эксперименте использовалась методика «Карты-схемы».

При обработке результатов определялось количество попыток, потребовавшихся каждому испытуемому для полного воспроизведения тестовой карты, и продуктивность воспроизведения при каждой попытке. Правильными ответами считались только те, когда испытуемый правильно воспроизводил расположение объекта на карте.

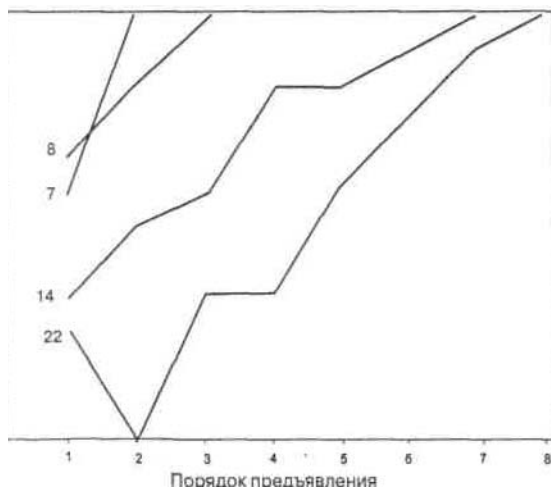


Рис. 3. Динамика точности воспроизведения «карты-схемы» у успешных (исп. 7 и 8 и неуспешных (исп. 14 и 22) испытуемых

В результате исследования выявлены индивидуальные различия в способности к формированию когнитивных карт у отдельных авиадиспетчеров. Количество предъявлений, необходимых для полного воспроизведения «карты-схемы», колеблется в диапазоне от 2 до 8 (Рис. 3).

Большое число предъявлений тестовой карты (7, 8) потребовалось испытуемым более старшего возраста и тем, чье состояние отличалось на момент исследования от обычного (болезнь или эмоциональное возбуждение).

Динамика формирования когнитивной карты по средним данным всей группы авиадиспетчеров представлена на рис. 4.

Таким образом, исследование продемонстрировало наличие существенных индивидуальных различий в динамике формирования когнитивных карт у авиадиспетчеров. Установлено также, что методика «Карты-схемы», использованная в исследовании, выявляет индивидуальные различия в способности к формированию когнитивных карт и адекватна задаче диагностики данной способности.

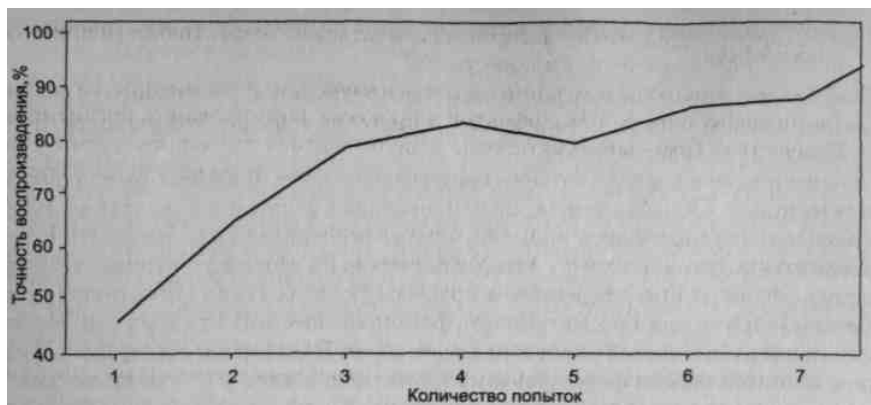


Рис. 4. Динамика формирования когнитивной карты по средним данным

Таким образом, исследование продемонстрировало наличие существенных индивидуальных различий в динамике формирования когнитивных карт у авиадиспетчеров. Установлено также, что методика «Карты-схемы», использованная в исследовании, выявляет индивидуальные различия в способности к формированию когнитивных карт и адекватна задаче диагностики данной способности.

Исследование эффектов интерференции в процессе формирования когнитивных карт

Наблюдения за деятельностью авиадиспетчеров показывают высокую динамику информационных потоков. В этих условиях чрезвычайно повышаются требования к характеристикам оперативной памяти, в частности к ее лабильности и помехоустойчивости. При большой информационной нагрузке и высокой скорости сметы информации возможно возникновение интерференционных эффектов. Эффекты интерференции, возникающие в условиях взаимодействия потоков информации, могут вызывать снижение эффективности обработки информации. Известно, что в приверженности эффектам интерференции существуют большие индивидуальные различия, что позволяет дифференцировать высокоинтерферируемых и низкоин-

терферируемых испытуемых. Мы полагаем, что в процессе формирования когнитивных карт и оперирования ими также возможно возникновение эффектов интерференции, что не может не сказываться на эффективности принятия решения при пространственном поведении.

Задача настоящего исследования состояла в изучении закономерностей возникновения интерференционных эффектов в процессе формирования когнитивных карт. В качестве стимульного материала использовались три «карты-схемы», различавшиеся между собой пространственным расположением на них объектов городской среды.

Методика эксперимента состояла в том, что испытуемому последовательно предъявлялись три различные «карты-схемы». Время предъявления каждой карты – 30 с. Первая карта предъявлялась несколько раз, до тех пор пока испытуемый не воспроизводил ее полностью и безошибочно. Вторая и третья карты предъявлялись однократно. После предъявления каждой карты испытуемый воспроизводил запомнившиеся объекты на бланке ответов. Правильными ответами считались только те, в которых правильно воспроизводилось пространственное расположение объектов.

При обработке результатов определялась точность воспроизведения каждой из трех «карт-схем» (для первой карты учитывалось лишь первое воспроизведение) и вычислялись коэффициенты интерференции по формулам:

$$K^1 = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100\% \quad \text{инт}^v$$
$$K^2 = \frac{(P1 - P3)}{P3} \times 100\%, \quad \text{инт}$$

где P1, P2, P3 – количество правильных ответов при предъявлении первой, второй и третьей «карт-схем».

Результаты

Проведенное исследование показало наличие существенных интериндивидуальных различий в продуктивности воспроизведения в условиях последовательного формирования когнитивных карт (Табл. 1). Точность воспроизведения

первой «карты-схемы» варьируется от 17 до 92%, второй – от 0 до 83%, третьей – от 17 до 50%. Динамика точности воспроизведения последовательно предъявляемых «карт-схем» показывает явное влияние на продуктивность формирования когнитивных карт эффектов интерференции (рис. 5). Точность воспроизведения первой карты составила в среднем для группы испытуемых 46%, второй – 30% и третьей – 32%.

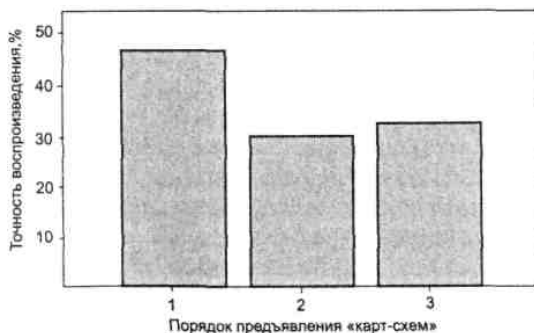


Рис. 5. Динамика точности воспроизведения карт в условиях их последовательного предъявления

Анализ динамики значений коэффициентов интерференции при последовательном воспроизведении различных «карт-схем» позволил установить общую для группы операторов закономерность: величина коэффициента интерференции при воспроизведении материала выше при условии более прочного запоминания предшествующего материала, выступающего в данном случае в качестве помехи.

Эта закономерность проявилась в том, что у 11 испытуемых из 25 значения коэффициента интерференции при воспроизведении второй карты (K_1), запоминанию которой предшествовало заучивание до полного воспроизведения первой карты, превышают значения коэффициента интерференции при воспроизведении третьей карты (K_2). У 7 испытуемых $K_2 > K_1$ и у остальных $K_2 = K_1$. В среднем по группе операторов $K_1 = 37\%$ и $K_2 = 28\%$.

Таблица 1

**Эффекты интерференции в условиях последовательного
формирования когнитивных карт**

Испытуемые	Точность воспроизведения (%) при предъявлении «карт-схем»			Коэффициенты интерференции	
	1-я	2-я	3-я	$K^1_{инт}$	$K^2_{инт}$
1	83	83	50	0	40
2	42	17	33	60	20
3	50	17	25	67	33
4	67	8	33	88	50
5	42	25	42	40	0
6	42	33	42	20	0
7	58	42	33	29	43
8	67	33	50	50	25
9	25	25	33	0	0
10	92	50	50	46	46
11	58	58	33	0	43
12	67	50	50	25	25
13	58	17	17	71	71
14	33	42	17	0	50
15	25	0	33	100	0
16	50	33	17	33	67
17	33	33	42	0	0
18	33	50	33	0	0
19	33	33	25	0	25
20	50	0	17	100	33
21	42	50	17	0	60
22	25	33	25	0	0
23	33	17	25	50	25
24	17	8	42	50	0
25	25	0	17	100	33
M	46	30	32	37	28

Полученные данные свидетельствуют о высокой индивидуальной вариативности свойства интерферируемости в группе авиадиспетчеров. Из числа испытуемых, принимавших участие в исследовании, можно выделить группу низкоинтерферируемых (с коэффициентом интерференции от 0 до 40%), среднеинтерферируемых (с $K_{инт}$ от 40 до 60%) и высокоинтерферируемых (с $K_{инт}$ от 60 до 100%). Большую часть

группы авиадиспетчеров (13 из 25) можно отнести к низкоинтерферируемым, лишь четверо испытуемых характеризуются высокой интерферируемостью, а остальные восемь показали среднюю выраженность свойства интерферируемости.

Важно отметить, что выраженность свойства интерферируемости не обязательно коррелирует с продуктивностью запоминания. Анализ полученных данных позволил дифференцировать четыре типа сочетания уровня мнемических способностей и выраженности свойства интерферируемости:

- высокие мнемические способности и низкая интерферируемость (тип А);
- высокие мнемические способности и высокая интерферируемость (тип Б);
- низкие мнемические способности и низкая интерферируемость (тип В);
- низкие мнемические способности и высокая интерферируемость (тип Г).

Примеры выделенных типов сочетаний мнемических способностей и выраженности свойств интерферируемости представлены на рис. 6.

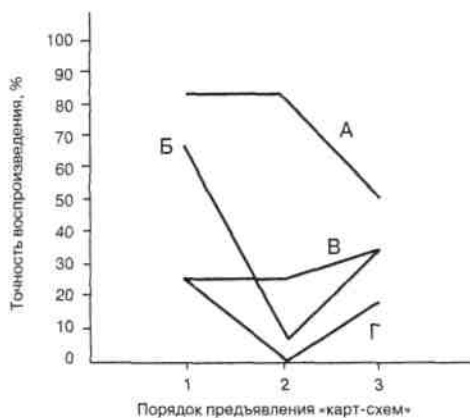


Рис. 6. Примеры типов сочетаний мнемических способностей и выраженности свойства интерферируемости

Наличие такой типологии сочетаний мнемических способностей, определяющих продуктивность запоминания в оптимальных условиях, и выраженности свойства интерферируемости, определяющей продуктивность запоминания в условиях помех, указывает на необходимость диагностики в процессе профессионального отбора наряду с характеристиками памяти и выраженности эффектов интерференции.

Итак, в результате исследования установлено, что эффекты интерференции оказывают влияние на формирование когнитивных карт. Выявлена высокая интериндивидуальная вариативность выраженности свойства интерферируемости в группе авиадиспетчеров. Выявлены четыре типа сочетаний уровня мнемических способностей и выраженности эффектов интерференции, что свидетельствует о необходимости диагностики в процессе профессионального отбора наряду с характеристиками памяти и свойства интерферируемости.

Исследование продуктивности формирования когнитивных карт в связи с динамикой работоспособности авиадиспетчеров

Задача исследования состояла в том, чтобы выявить динамику продуктивности формирования когнитивных карт, связанную с развитием процесса утомления.

Методика эксперимента и стимульный материал были аналогичны описанным в предыдущих параграфах. Эксперимент состоял из трех этапов, первый проводился в начале смены, второй – в середине и третий – в конце смены. На каждом этапе испытуемым предъявлялась в течение 1 мин «карта-схема» и предлагалось ее запомнить (при этом использовались различные карты). Затем экспериментатор диктовал в случайной последовательности названия объектов, представленных на карте (10 из 12 объектов), и испытуемый должен был проставлять номера названных объектов в соответствующие клетки матрицы в бланке ответов.

Результаты исследования показывают снижение продуктивности формирования когнитивных карт в течение рабочей смены (Рис. 7.).

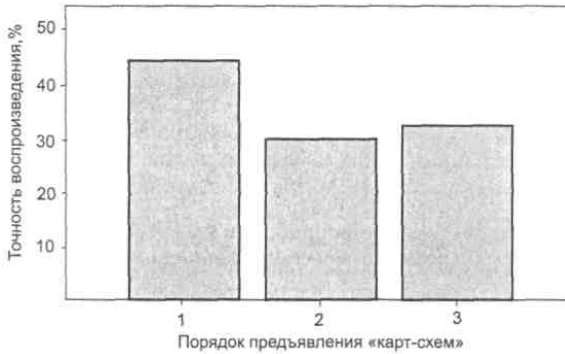


Рис. 7. Гистограмма точности воспроизведения «карты-схемы» в связи с динамикой утомления

Можно констатировать резкое снижение продуктивности запоминания в середине смены и некоторое повышение к концу смены. Исследование проводилось на рабочем месте, и «чистоту» процедуры (создание одинаковых условий проведения эксперимента) соблюдать было иногда затруднительно. Можно предположить, что некоторое увеличение продуктивности запоминания на третьем этапе связано с тем, что часть испытуемых участвовала в третьем этапе после перерыва.

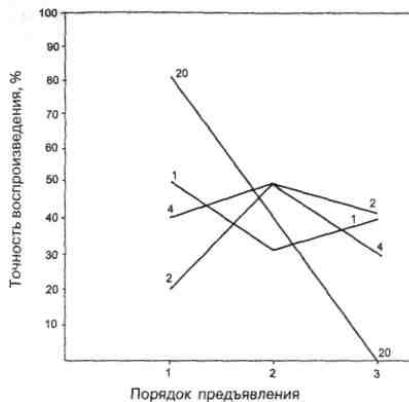


Рис. 8. Графики индивидуальных проявлений динамики точности воспроизведения в связи с развитием утомления (исп. 1, 2, 4 и 20)

При общей тенденции снижения точности воспроизведения наблюдаются индивидуальные различия в продуктивности формирования когнитивных карт в связи с развитием утомления в течение смены (Рис. 8).

У некоторых испытуемых наблюдалось резкое снижение продуктивности запоминания к концу смены (например, исп. 20), у других показатели продуктивности запоминания были относительно стабильными (исп. 1), у третьих, напротив, отмечалось даже некоторое возрастание продуктивности запоминания (исп. 2, 4). Тем не менее общая тенденция состоит в снижении продуктивности формирования когнитивных карт в связи с развитием утомления к концу смены.

Таким образом, продуктивность формирования когнитивных карт снижается к концу рабочей смены. Выявлены индивидуальные различия в устойчивости к влиянию утомления на продуктивность формирования когнитивных карт.

Исследование формирования когнитивных карт в условиях динамического предъявления материала

Одна из основных отличительных особенностей когнитивной карты – динамичность, способность произвольного изменения. В связи с этим необходима диагностика лабильности когнитивных карт, т.е. способности субъекта быстро формировать когнитивные карты, вносить в них поправки, быстро переключаться с одной когнитивной карты на другую. Существующие методики в большинстве своем эту особенность когнитивных карт не учитывают.

Задача исследования состояла в изучении закономерностей формирования когнитивных карт в динамически изменяющейся ситуации. Для этого использовалась разработанная нами методика «Выбора парных картинок». В эксперименте принимали участие 24 испытуемых-авиадиспетчеров.

Анализ полученных в эксперименте данных показал наличие существенных индивидуальных различий в значениях всех показателей продуктивности формирования когнитивных карт. Разброс данных по количеству ходов, сделанных испытуемыми за весь эксперимент, колеблется в диапазоне от

24 до 56. По показателю продуктивности формирования когнитивной карты можно дифференцировать подгруппы испытуемых с высокой (5 испытуемых), низкой (9 испытуемых) и средней продуктивностью (остальные 10 испытуемых).

Выводы

1. Результаты исследования динамики формирования когнитивных карт в условиях статического и динамического предъявления информации показали наличие существенных индивидуальных различий в способности к формированию когнитивных карт у авиадиспетчеров, что свидетельствует о необходимости диагностики данной способности в процессе профессионального отбора.

2. Получена статистически значимая (на уровне 0,05) связь между показателями продуктивности формирования когнитивных карт в условиях статического и динамического предъявления информации.

3. Установлено, что эффекты интерференции оказывают влияние на продуктивность формирования когнитивных карт.

4. Выявлена типология сочетаний мнемических способностей, определяющих продуктивность формирования когнитивных карт в оптимальных условиях, и выраженности свойства интерферируемости, определяющего продуктивность формирования когнитивных карт и оперирования ими в условиях помех.

5. Установлено, что продуктивность формирования когнитивных карт снижается к концу рабочей смены авиадиспетчера.

6. Выявлены индивидуальные различия в устойчивости к влиянию утомления на продуктивность формирования когнитивных карт.

7. Предложенные методики адекватны задаче диагностики способности к формированию когнитивных карт и выраженности эффектов мнемической интерференции в процессе оперирования ими. Преимуществом методики «Карты-схемы» является «реальность» стимульного материала, преимущество методики «Выбор парной картинки» – ее игровой

характер. В дальнейшем было бы целесообразно сочетать в методике «Выбора парной картинки» положительные моменты обеих предложенных методик.

В нашем исследовании не проводилось сопоставления продуктивности когнитивного картирования с эффективностью профессиональной деятельности авиадиспетчеров, поскольку эффективность деятельности всех диспетчеров, участвовавших в эксперименте, была высокой. Иначе говоря, уровень способности к когнитивному картированию не влияет на эффективность профессиональной деятельности авиадиспетчеров. Мы полагаем, что он может влиять на «психофизиологическую цену» деятельности, в значительной степени увеличивая психофизиологические затраты в случае недостаточного уровня развития данной способности. Однако это предположение нуждается в экспериментальной проверке.

Тихомиров О.К. Осознанное и неосознанное в мыслительной деятельности // Психология мышления. – М. : Издательский центр «Академия», 2002, с. 36–43

Первые попытки как-то представить общую схему процессов решения мыслительных задач были предприняты учеными, опиравшимися в основном на наблюдения за собственными процессами мышления, на рассказы, описания того, как строится процесс мышления. Если взять некоторую задачу, то можно предложить любому испытуемому решить эту задачу, затем убрать ее или оставить перед глазами и попросить рассказать, в чем заключался его процесс мышления. В психологической литературе на основании обобщения рассказов крупных деятелей интеллектуального труда (ученых, изобретателей), интервью, биографических данных сложилось известное представление об основных стадиях мыслительного процесса. И это представление о стадиях мыслительного, творческого процесса есть, по существу, ответ на вопрос: из чего «слагается» мышление, что происходит от момента принятия задачи, подлежащей решению, до момента выдачи, называния ее решения?

Одна из таких популярных в литературе схем организации стадий решения задачи предполагает выделение четырех стадий: *подготовка, созревание решения, вдохновение, проверка найденного решения* [2, с. 774]. Это представление о четырехстадийности любой сложной мыслительной деятельности, по существу, есть ответ на вопрос: как разворачивается процесс мышления? Подчеркнем еще раз, что эта схема родилась на основе глобальных описаний или самоописаний, самоанализа мыслительной деятельности крупных ученых, изобретателей.

Нужно сказать: сама по себе идея, что достаточно поговорить с крупным ученым о том, как он думает, чтобы все стало ясным, является необыкновенно живучей до настоящего времени, конечно, за пределами профессионально-психологических исследований. С этим постоянно приходится сталкиваться. Допустим, талантливый математик желает смоделировать мышление талантливого шахматиста. В этом случае он думает, что нужно идти к выдающимся мастерам и брать у них интервью: «Расскажите, как вы мыслите».

Изобретатель В.М. Мухачев в книге «Как рождаются изобретения» писал: «Творческий процесс может быть рассказан только самим действующим лицом» [5, с. 10]. Научное творчество очень интересная область, но и там многие тоже увлечены идеей: достаточно поговорить с крупными учеными, исследователями, как все станет ясно.

Итак, первый источник знаний об организации самого процесса поиска решения задачи – это *данные самоотчета*, наблюдения за собой, самоанализа. Нами подчеркивалась ограниченность этих знаний, но необходимо предостеречь и от другой крайности – нельзя становиться на точку зрения, что вообще эти данные не нужны. Нет, нужно обязательно их учитывать. Четыре стадии творческого мыслительного процесса, которые были названы выше: подготовка, созревание решения, вдохновение и проверка найденного решения – адекватно описывают некоторую реальность в макроизмерении. И нам обязательно нужно помнить, углубляясь в некото-

рые детали экспериментально-психологических исследований, о том, что существуют четыре качественно разнородные фазы, что фаза созревания это не то же, что фаза вдохновения, фаза проверки совсем не то, что фаза подготовки. Почему об этом нужно помнить? Потому что, углубляясь в детали экспериментально-психологического исследования, мы иногда намеренно фиксируем наше внимание на каких-то отдельных, частных механизмах решения задачи и теряем эту макроструктуру в целом. Поэтому сочетание как бы макроанализа и микроанализа есть необходимое условие психологического изучения процессов решения задачи.

Более информативным является *метод рассуждения вслух* при решении задач. Этот метод был введен и широко использовался в работах гештальтпсихологов. Приведем в качестве примера анализ решения одной из задач, использовавшихся К.Дункером [11]. Испытуемым предъявлялось следующее задание. «Ваша задача состоит в том, чтобы определить, каким способом следует применить определенный вид X-лучей, имеющих большую интенсивность и способных разрушать здоровые ткани, чтобы излечить человека от опухоли в его организме (например, в желудке)». При анализе протокола рассуждения вслух удается выявить этапы, общую схему поиска решения задачи. Сначала испытуемые пытались устранить контакт между лучами и здоровыми тканями. Например, провести лучи по пути, свободному от тканей (через пищевод), сместить желудок к поверхности тела (путем давления). Затем они пытались понизить чувствительность здоровых тканей. Например, не сразу включать излучение полностью. Наконец, Предлагается устранить вредное воздействие X-лучей посредством линзы. Таким образом, выделяются определенные этапы поиска, завершающиеся формулированием вариантов решения задачи.

Специально выделялся момент формулирования принципа (функционального решения). Например, «пищевод» как решение есть приложение принципа «свободный путь в желудок» к специальным условиям человеческого тела. Был описан важ-

ный феномен преобразования или реструктурирования (перереформулирования) первоначальной проблемы: от поиска способа облучения опухоли, не разрушая здоровых тканей, к требованию уменьшения интенсивности лучей по пути. Было показано, что всякое решение возникает из рассмотрения данных под углом зрения требуемого, причем эти два компонента очень сильно варьируют по своему участию в возникновении определенной фазы решения. Была дана характеристика анализа ситуации, анализа цели, научения из ошибок, осознания основ конфликта. (Анализ работы Дункера см. также в [4].) Вместе с тем уже К.Дункер отмечал неполноту протоколов. Правда, и в настоящее время сущность процесса решения задачи иногда сводят к вербальному переформулированию исходной задачи, т.е. к процессам, протекающим на уровне сознания.

Исследованиями, особенно последних лет, убедительно доказано, что *мыслительная деятельность реализуется как на уровне сознания, так и на уровне бессознательного*, характеризуется сложными переходами и взаимодействиями этих уровней.

Один из интересных подходов к *взаимоотношению осознанного и неосознанного в мышлении* представлен в работах Я.А. Пономарева [7; 8; 9]. Автор взял в качестве исходного факт неоднородности любого предметного действия: в результате успешного (целенаправленного) действия получается результат, соответствующий предварительно поставленной цели (прямой продукт действия), и результат, который не был предусмотрен в сознательной цели, является по отношению к ней побочным (побочный продукт действия). Проблема осознанного и неосознанного конкретизировалась Я.А. Пономаревым в проблему взаимоотношения прямого (осознаваемого) и побочного (неосознаваемого) продуктов действия. Побочный продукт действия также отражается субъектом, это отражение может участвовать в последующей регуляции действий, но оно не представлено в вербализованной форме, в форме сознания. Побочный продукт «складывается под влиянием тех конкретных свойств вещей и явлений, которые включены в действие, но не существенны с точки зрения его цели» [9, с. 149].

В опытах Я.А. Пономарева (Рис. 1) использовалась, в частности, следующая задача: «Даны четыре точки. Требуется провести через эти четыре точки три прямые линии, не отрывая карандаша от бумаги, так, чтобы карандаш возвратился в исходную точку» [9, с. 151]. В специально подобранной наводящей задаче (игра в «Хальму») испытуемый, решая ее, «прокладывает рукой маршрут, совпадающий с чертежом решения задачи «Четыре точки», иными словами, путь движения его руки точно соответствовал графическому выражению решения этой задачи» [9, с. 3]. Однако такая подсказка оставалась на уровне побочного продукта действия и не обязательно помогала решить основную задачу. Автором было показано, что перевод побочного продукта действия на положение прямого оказывается возможным в том случае, когда «подсказка» предваряется основной задачей, но и в этих условиях далеко не всегда. Были выявлены факторы, способствующие этому переводу: простота стимулирующей задачи; простота выявляющей задачи; малая автоматизированность способа действия, которым выполняется подсказка; обобщенность способа, в который преобразуется побочный продукт; незначительная опредмеченность потребностей субъекта в прямых продуктах действия.

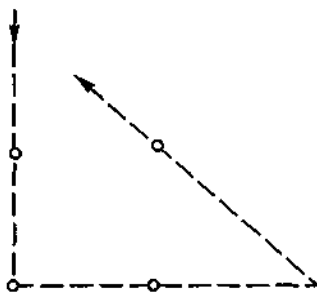


Рис. 1. Задача «Четыре точки», используемая в опытах по изучению творческого мышления

В исследованиях взаимоотношения прямого и побочного продуктов действия проведена конкретизация представлений о мышлении как *ориентировке*, с которой связано выделение соб-

ственно психологического аспекта исследования. Дифференцируются ориентировка, *опирающаяся на отражение прямого продукта действия*, и ориентировка, *опирающаяся на отражение побочного продукта*. В первом случае испытуемый уверен в успехе решения задания и всегда способен дать правильный отчет в своих действиях, успех ориентировки не зависит ни от повторений «подсказки», ни от того интервала времени, который разделяет «подсказку» и выявляющее ее эффект задание. Во втором же случае отсутствует какая-либо уверенность в успехе; абсолютно необходима чувственная основа; испытуемые не могут обосновать свои действия, более того, такая задача нарушает нормальный ход ориентировки; совершенство ориентировки оказывается зависимым от числа повторений «подсказки», ориентировка разрушается, если интервал между «подсказкой» и выявляющим ее заданием оказывается продолжительным [9, с. 180]. Перевод отражения побочного продукта на место прямого трактуется как *переориентировка*. Следовательно, мышление выступает не только как ориентировка, имеющая качественно различные формы, но и как переориентировка.

Феномены бессознательного в мышлении часто приобретают форму *установок*, которые отчетливо выступают в опытах, например, А.С. Лачинса (цит. по: [4]). Испытуемым (учащимся) предлагалось решать ряд сходных арифметических задач, например:

«Имеется три сосуда емкостью в 21, 127 и 3 л. Как с их помощью отмерить 100 л воды?». Решение заключается в том, чтобы сначала налить воды в самый большой сосуд, а затем отлить из него с помощью меньших сосудов (21 л и два раза по 3 л).

Таким же способом решались последующие пять-шесть задач. Затем (без предупреждения) учащимся предлагались задачи, которые можно решить другим способом, более простым. Например, давалась следующая задача: «Имеется три сосуда емкостью в 23, 40 и 3 л. Как отмерить с их помощью 20 л воды?». Испытуемые решали задачу так: сначала наливали воду в сосуд объемом 40 л, затем отливали из него 23 л, а потом вновь доливали необходимые 3 л. Те же учащиеся, которые не решали предварительной серии задач, решали эту задачу более простым спо-

собом – путем простого вычитания трех литров из сосуда емкостью 23 л. Приведенный эксперимент показывает, что *установка, складывающаяся на неосознаваемом уровне, определяет выбор одного из возможных способов решения задачи, каждый из которых ведет к решению, но которые могут различаться по степени своей сложности.* Сам механизм установки складывается на неосознаваемом уровне и выступает как своего рода побочный продукт, но только целой последовательности целенаправленных действий. Специальное предупреждение быть внимательным к условиям задачи и не допускать нелепых решений не меняло результатов. Например, при решении учащимися со сформированной установкой задачи «даны сосуды емкостью в 3, 64 и 29 л. Как отмерить объем в три литра?» – от 52 до 85% учащихся предложили наполнить сосуд в 64 л, взять из него два раза по 29 л и один раз 3 л, после чего в сосуде останется требуемый объем. Установка приводила к тому, что очевидное и простое решение задачи испытуемыми не замечается.

В нашей психологии феномен установки интенсивно изучается прежде всего в школе грузинских психологов, хотя интерес к нему стал более выраженным и при разработке общих проблем деятельности и личности [1; 12]. Применительно к мыслительной деятельности феномен установки изучался в работах Н.Л. Элиава. Автор исходит из концепции Д.Н. Узнадзе, называя установкой «склонность, направленность, готовность субъекта к совершению акта, могущего удовлетворить его потребность, как предуготованность к совершению определенной деятельности, направленной на удовлетворение актуальной потребности» [3, с. 279]. Подчеркивается, что в теории Д.Н. Узнадзе, в отличие от ряда зарубежных концепций, установка не является чисто субъективным фактором, она определяется объективными условиями и регулирует психическую деятельность субъекта соответственно этим условиям.

Н.Л. Элиава считает, что нужно различать *фиксированную установку* и *гибкую, динамическую установку*. Своеобразие возникло вения установки в проблемной ситуации заключается в том, что субъективным фактором установки является гностическая потребность, а объективным – ситуация, «которая еще

не дана полностью, проблемна и, следовательно, должна еще быть завоевана мыслительной активностью субъекта» [3, с. 281]. Специфичность человеческой психики связана с осознанием объективной действительности и себя как субъекта, находящегося во взаимоотношении с этой действительностью, – так называемый *акт объективации*. «Именно акт объективации делает возможным мышление: на базе объективации мышление приобретает свой предмет» [3, с. 284]. Вместе с тем вступает в свои права и новая *более высокая форма установки*.

Проводя эксперименты с классификацией текстов (короткие рассказы) и с пониманием текстов, автор показал, что действие фиксированной установки выражалось прежде всего в том, что субъект не принимал возникшей перед ним задачи, не замечал проблемной ситуации. Сами установочные эффекты демонстрировались следующим образом. Испытуемым предлагались один за другим два варианта текста с пропущенными в некоторых словах буквами. Например: «Ле – ал о – ел, ле – ал он среди – орных – уч и с – ал. Потом вз – е – ел». Специальной организацией эксперимента создавалась установка то на «орла», то на «осла», которая определяла последующее заполнение пропусков в тексте. Было показано, что установка предопределяет круг тех гипотез, которые могут возникнуть у испытуемого.

Интересный аспект *взаимоотношения установки и образного мышления* (воображения) разработал Р.Г. Натадзе [6]. Если в классических опытах Д.Н. Узнадзе установка изучалась на материале перспективных иллюзий (например, испытуемым предлагали сравнивать по величине два охватываемых руками шара), Р.Г. Натадзе предлагал испытуемым, руки которых неподвижны, вообразить, будто им даются в руки для сравнения по величине два разновеликих шара. Была показана возможность возникновения соответствующей воображаемому установки. Вызовет ли образ воображения соответствующую установку или нет – зависит от отношения субъекта к представляемому (данное или ожидаемое в действительности, подлежащее реализации в действительности, знание о нереальности, актуальное восприятие ситуации, противоположной воображаемой ситуации). При знании нереальности воображаемого положительную роль иг-

рает активное отношение субъекта к представляемому (вызываемое как произвольно, так и непроизвольно). Выработка установки на основе воображаемой ситуации лежит в основе сценического перевоплощения и ролевых игр ребенка.

Экспериментальные исследования бессознательного традиционно связаны с феноменами *гипноза* и *внушения*. Примером может служить следующий опыт, продемонстрированный на лекции известного врача-гипнолога К.И. Платонова. Человеку, находящемуся в состоянии глубокого гипноза, внушается детский возраст (8 лет). Затем его просят писать на доске под диктовку. Как ни удивительно, но появляется почерк, соответствующий внушенному возрасту. На первый взгляд может показаться, что речь идет о простом разыгрывании, но специальными опытами было доказано, что имеет место действительная актуализация прошлого опыта человека, существующего как бы скрыто от него самого, в бессознательной форме.

Нами совместно с В.Л. Райковым были проведены опыты, показывающие роль бессознательного в процессах мышления. Испытуемым был Миша, студент третьего курса механико-математического факультета МГУ. Миша был введен в гипнотическое состояние, ему было сказано: «Когда услышишь три стука, возьмешь туфли, лежащие под кушеткой, и отнесешь в соседнюю комнату».

После выхода из гипнотического состояния Миша ничего не помнил. Услышав три стука, он стал осматривать помещение (кабинет врача), в котором проводилось исследование. Взгляд Миши упал на туфли, находившиеся в помещении под кушеткой, и он направился к ним. Один из экспериментаторов стал усиливать конфликтность опыта следующим образом:

- Миша! Что ты хочешь делать?
- Я хочу взять туфли...
- Но ведь ты же знаешь, что чужие вещи брать нехорошо!
- Миша! Наша медсестра торопится домой. Она ведь не может идти без обуви!

В ситуации конфликта между внушенным действием и требованиями этического порядка (нельзя брать чужие вещи!) Миша нашел очень интересное решение: отнес туфли в сосед-

ную комнату, оставив на их месте записку (!) «Туфли в соседней комнате». Таким образом, туфли были перенесены, внушенное действие выполнено, а конфликт ослаблен. После опыта состоялась беседа с Мишей. На вопрос, почему он взял туфли, Миша отвечал: «Не знаю сам, просто захотелось... я сам удивляюсь...» [10].

В описанном опыте осуществлялась процедура постгипнотического внушения. Инструкция, данная человеку в условиях гипноза, побуждает его к действию, не являясь в момент выполнения действия осознанной. Этот опыт является своего рода моделью неосознанных побуждений, мотивов деятельности человека. В любом сложном поступке человека мы должны обязательно различать то, что реально побуждает его к действию (мотив), и то, как сам человек объясняет свои действия. Эти объяснения могут как совпадать, так и не совпадать с действительными мотивами. Объяснения обычно называют *мотивировками*. Заметим, что объяснения – результат работы мышления.

Вместе с В.Л. Райковым мы проводили также исследования, в которых процедура постгипнотического мышления применялась и при решении собственно мыслительных задач. В специальных опытах нами изучалась возможность постгипнотического внушения испытуемому ложного замысла решения задачи. В шахматной позиции испытуемому, умеющему играть в шахматы и находящемуся в гипнотическом состоянии, указывалась фигура, ходом которой он, после выхода из гипнотического состояния, должен был обязательно начинать решение задачи (на самом деле так задача не могла быть решена). Исследователей интересовало, можно ли экспериментальным путем создать у испытуемого барьер, который сделает конкретную задачу вообще нерешаемой, или же испытуемый откажется от навязываемого, но неправильного действия. Опыт показал, что такого рода постгипнотическое внушение замедляет решение задачи (иногда в 2,5 раза), но не препятствует ее решению. Испытуемый начинает с внушенного ему действия, но затем после анализа ситуации и возможных последствий внушенного действия отказывается от него, комментируя: «Это ничего не дает...». Таким образом, в конечном

счете результаты собственной исследовательской деятельности оказывают более сильное регулирующее влияние, чем внушенные оценки действия, но относительная трудность решения задачи, направленность первого этапа поисков могут быть изменены под влиянием гипнотического внушения.

Вопросы для дискуссий

1. В чем заключается понятие учета особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ?
2. Какие основные психологические параметры учитываются при проектировании СЧМ?
3. В чем может заключаться ошибка учета особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ?

Литература:

1. Асмолов, А.Г. Деятельность и уставновка. – М., 1979.
2. Вудвортс Р. Экспериментальная психология. – М., 1950.
3. Исследования мышления в советской психологии / под ред. Е.В. Шороховой. – М., 1966.
4. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М., 1972.
5. Мухачев В.М. Как рождаются изобретения. – М., 1964.
6. Натадзе Р.Г. Воображение как фактор поведения. – Тбилиси, 1972.
7. Понамарев Я.А. Психология творческого мышления. – М., 1960.
8. Понамарев Я.А. Психика и интуиция. – М., 1967.
9. Понамарев Я.А. Психология творчества и педагогика. – М., 1976.
10. Психологические исследования творческой деятельности / под ред. О.К. Тихомирова. – М., 1975.
11. Психология мышления / под ред. А.М.Матюшкина. – М., 1965.
12. Узнадзе Д.Н. Психологические исследования. – М., 1966.

Тема 5.

Приемы принятия и обработки информации в системе СЧМ

Зинченко В.П., Мунипов В.М. Кодирование зрительной информации // Основы эргономики. - М.: МГУ, 1979, с. 264-267

Одной из важных является проблема кодирования информации, под которой понимают операцию отождествления символов или групп символов одного кода с символами или группами символов другого кода. Под кодом понимают систему условных знаков (символов) для передачи, обработки и хранения (запоминания) различной информации. В настоящее время разработаны общие эргономические требования к построению систем кодирования зрительной информации.

При построении системы кодирования объекты и их характеристики делят на классификационные группировки. Для этого устанавливают сходства и различия объектов, распределяют их по значимости и определяют основание деления. Вид алфавита кода выбирают с учетом характера передаваемой информации и задач, решаемых оператором, опираясь на системы знаний, закрепленных в опыте человека. В зависимости от характера и объема передаваемой информации устанавливают целесообразность использования одномерного и многомерного кода. Основание кода выбирают исходя из количества кодируемых объектов и их характеристик. Оно должно содержать минимальное число знаков. Основание кода определяют с учетом абсолютной чувствительности глаза (нижнего и верхнего абсолютного порогов), дифференциальной чувствительности зрения по отношению к различным видам алфавита и длительности экспозиции. Основание кода для различных видов алфавита должно составлять следующие величины: размер – 5, пространственная ориентация – 8, дли-

на линии – 6, ориентация линии – 4, количество точек (при условии ограниченного времени предъявления) – 5, буквенно-цифровой алфавит – неограниченное количество комбинаций обозначений, яркость – 4, цветовой алфавит – 11, частота мельканий – 4.

При передаче информации о нескольких признаках объекта используют многомерное кодирование. В структуре многомерного кода могут быть использованы сочетания различных видов алфавита: формы и цвета; формы и пространственной ориентации; размера, яркости и частоты мельканий.

При группировке знаков в кодовые обозначения (формуляры) следует отдавать предпочтение смешанным алфавитам кода. Структура кодового обозначения должна быть неизменной. Предпочтительно, чтобы крайние знаки кодового обозначения передавали наиболее важную информацию. Оптимальное число знаков кодового обозначения – 8, предельное число знаков – 12, в отдельных случаях – до 20 знаков.

При конструировании кодовых знаков при кодировании следует руководствоваться следующими положениями. Основной классификационный признак объекта должен кодироваться контуром. Знак должен быть хорошо различим (иметь достаточный угловой размер и яркость) и представлять собой замкнутую фигуру. В алфавите должно быть установлено оптимальное количественное соотношение признаков знака и признаков объекта в состав знака должны входить основные и дополнительные детали. Дополнительные детали не должны пересекать или искажать контур знака (исключение могут составить знаки, выражающие отмену информации, запрещение каких-либо действий, окончание их и т.п.) При конструировании знаков предпочтение следует отдавать внутренним деталям перед наружными. Детали кодовых знаков должны быть унифицированы.

В качестве опознавательных признаков знаков в пределах одного алфавита нельзя использовать следующие: число элементов в знаке (исключение могут составить знаки, обозначающие признак множественности без точной количест-

венной характеристики, например, отображающие понятия «мало/много», «одиночный/групповой»);

отличие знаков по признаку позитив-негатив;

отличие знаков по признаку прямое зеркальное отражение (за исключением случаев, когда это необходимо для отображения пространственной ориентации или направленности по принципу «вверх/вниз», «влево/вправо», «вперед/назад» и т.п.).

В алфавитах используют знаки симметричной формы с единообразием ориентации: контуры знаков должны быть по возможности ориентированы в соответствии с основными пространственными осями – горизонталями и вертикалями.

При выборе вида алфавита следует руководствоваться следующим. При кодировании различных качественных и количественных характеристик объектов могут использоваться различные виды алфавитов: форма, размер, пространственная ориентация, длина и ориентация линии, количество точек, буквы, цифры, яркость, цвет, частота мельканий.

Форму используют для кодирования класса и вида объекта.

Кодирование размером используют для передачи информации, устанавливая соответствие между площадью или линейными размерами знака с характеристиками объекта (размером, удаленностью, высотой и т.п.), при этом желательно, чтобы шкала размера менялась в геометрической, а не в арифметической прогрессии.

Пространственную ориентацию используют для передачи информации о направлении движения объекта, отклонении от курса и т.п.

Для асимметричных фигур изменение пространственной ориентации достигается путем поворота фигуры в поле зрения наблюдателя. Для симметричных фигур в качестве признака пространственной ориентации используют утолщение одной из линий контура знака. Длину и ориентацию линии используют для передачи информации о скорости и направлении движения цели.

Длина линии не должна иметь более четырех градаций. Целесообразно линию делать штриховкой, в этом случае скорость определяется по числу масштабных отметок. Для упрощения счета следует группировать штрихи по 2, 3, 4.

Для повышения точности оценки направления линии используют вспомогательные трафаретные сетки. Количество точек используют для обозначения числа объектов.

При считывании точек в короткие временные интервалы (порядка 0,1 с) не следует одновременно предъявлять более пяти точек. Для повышения точности оценки числа одновременно предъявляемых точек необходимо придерживаться единообразия их пространственной ориентации.

Буквенно-цифровой алфавит используют для передачи информации о дискретно-изменяющихся количественных параметрах объектов, а также для обозначения классов или типов объекта.

Для исключения вероятности смешения знаков выделяют характерные признаки, отличающие знаки друг от друга. При этом необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров знака: высоты, ширины, толщины линии (по ГОСТ 2930–62). Яркость знаков выбирают с учетом общей освещенности в конкретных условиях труда, частоты и диапазона изменения освещенности, перепадов яркости в поле зрения оператора и светлотонного контраста.

Цветовой алфавит используют для передачи информации о состоянии или значимости объектов.

Частота мельканий может быть использована для привлечения внимания оператора.

Пороговая частота мельканий – 4–6 Гц; Частота мельканий предупредительных сигналов – 0,5–1 Гц; Частота мельканий аварийной сигнализации – 5–6 Гц.

Число одновременно мелькающих знаков должно быть не более 3.

Следует избегать искажения восприятия контура мелькающего знака. Для этого целесообразно, чтобы мелькал не весь знак, а его часть.

Требования к использованию цветового алфавита состоят в следующем. В алфавите следует отдавать предпочтение зеленому, красному, голубому, желтому и фиолетовому цветам. Общее число используемых цветов может быть увеличено, если обозначения меняются не только по цветовому тону, но и по яркости. Знаки алфавита должны быть хорошо различимы при точном опознании цвета.

Цветовой код применяют при освещении белым цветом, поскольку видимый цвет зависит от общего освещения. Допустимая яркость цветных знаков в/кд/м²: минимальная – 10, рекомендуемая – 170, для отраженного света, а также в условиях темповой адаптации – 30–70. Оптимальная угловая величина цветового знака – 35–45°.

Для знаков алфавита используют цвета в соответствии с таблицей (Табл. 1).

Таблица 1

Категории информации	Рекомендуемый цвет информации	
	Основной	Дополнительный
Предупреждающая информация носит осведомительный характер, содержит сведения об общей обстановке (исключая аварийную) и рекомендации для принятия мер, оставляя за оператором право выбора окончательного решения.	Желтый	Белый
Предписывающая информация носит командный характер, требует или разрешает выполнение строго определенных действий. К этой категории может быть отнесена и информация проверочного характера, указывающая на исправность или готовность к работе тех или иных устройств.	Зеленый	Синий

Окончание табл. 1

Категории информации	Рекомендуемый цвет информации	
	Основной	Дополнительный
Запрещающая информация носит аварийный характер, накладывает строгие ограничения на выполнение или запрещение тех или иных действий. Указывает на неготовность к работе или неисправность того или иного проверяемого объекта.	Красный	Оранжевый

Для выделения особо важной информации внутри алфавита (например, информации, требующей экстренного принятия решения) применяют дополнительный цвет. Для кодирования информации, содержащей сообщение о том, что произошло одно из двух (да, нет) равновероятных событий, могут быть использованы красный и синий цвета.

Вопросы для дискуссий

1. Какие основные факторы эффективного приема и обработки информации вы можете обозначить?
2. Что такое системы кодирования и декодирования информации
3. Какие основные средства отображения информации Вы можете описать?

Раздел III.

Представления о трудовой деятельности в инженерной психологии

Тема 6.

Деятельность оператора в системе СЧМ

Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Описание динамики деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа / под ответ. ред. Л.Г. Дикой. – М. : Издательство ИП РАН, 1999, с. 19–24

Для того, чтобы представить деятельность в ее динамике, необходимо понять, каким образом функционируют механизмы психической регуляции при организации процесса преодоления возникающих проблемностей.

Проблемность, возникающая вследствие какого-то субъективно значимого события, может преодолеваться изолированно за счет актуализации одного (соответствующего этой проблемности) уровня регуляции. Итогом этого процесса может быть успешное ее разрешение. В противном случае отрицательный результат преодоления проблемности накладывается на первоначальное событие и образует некоторое вторичное событие, которое становится причиной возникновения следующей проблемности и преодоление которой может потребовать включенности или того же уровня регуляции, или же другого. Поэтому в общем случае одно первичное субъективно значимое событие может стать причиной возникновения некоторой последовательности вторичных событий и переходов между проблемностями разных уровней, обусловленных этими событиями. В связи с тем, что такая последовательность в конечном итоге отражает ход и этапы

оценки и понимания первоначального события, а также вследствие взаимной обусловленности всех событий и проблемностей внутри нее, эта последовательность обладает определенной целостностью, и мы определяем ее как *алгоритм разрешения проблемностей*.

Таблица 1

Соответствие между классами проблемностей и уровнями регуляции		
Класс проблемностей	Содержание процессов психической регуляции	Уровень психической регуляции
Проблемные моменты	Организация непосредственного чувственно-практического контакта с действительностью	Непосредственного взаимодействия
Проблемные ситуации	Пространственно-временная ориентация и логическая координация деятельности	Опосредованной координации
	Анализ общих особенностей и закономерностей деятельности, поиск и формирование ее целей и программ	Программно-целевой организации
Проблемы	Формирование и изменение профессиональных, социальных, морально-этических и нравственных норм поведения и деятельности, выработанных и принятых личностью	Личностно-нормативных изменений
	Дополнение и коррекция системы знаний, убеждений и идеалов о природе, технике, человеке и обществе	Мировоззренческих коррекций

Данный алгоритм может начинаться и заканчиваться проблемностью любого уровня. Переходы в алгоритме могут осуществляться между проблемностями как одного и того же

уровня, так и разных уровней. Таким образом, в алгоритме будут проблемности, определяющие некоторые минимальный и максимальный уровни регуляции из пяти возможных во введенной структуре. Поскольку процессы возникновения и преодоления проблемностей имеют свойственную им продолжительность, алгоритм разрешения проблемностей осуществляется в рамках некоторого (возможно, даже длительного) временного интервала.

В силу целостности алгоритма разрешения проблемностей процессы их преодоления должны реализовываться в рамках некоторой системы регуляции. Каждая из таких систем регуляции, как и алгоритм проблемностей, реализуется адекватно субъективным и объективным изменениям, происходящим на временном интервале их существования, то есть обладает свойством оперативности. Исходя из этого, систему регуляции, формируемую для преодоления входящих в алгоритм проблемностей, мы определяем как *оперативную систему регуляции*.

Индивидуальную деятельность можно рассматривать с позиций макро- и микродинамики. При этом макродинамика деятельности как динамика переходов от одной оперативной системы к другой будет отражаться в смене алгоритмов разрешения проблемностей. Микродинамика деятельности, то есть динамика внутрисистемных переходов между уровнями регуляции в отдельной оперативной системе, характеризуется последовательностью проблемностей в алгоритме.

Микро- и макродинамика деятельности может быть как стационарной, так и нестационарной в зависимости от вида переходов между уровнями регуляции в отдельной оперативной системе и между разными оперативными системами. В случае стационарности это будут переходы между проблемностями одного и того же или соседних уровней регуляции или же между оперативными системами, близкими по своим свойствам и характеристикам. В случае нестационарности переходы происходят между проблемностями разных уровней регуляции или между существенно отличающимися оперативными системами.

Но нестационарность микродинамики проявляется только на ограниченном временном интервале функционирования оперативной системы, следовательно, носит частный характер и не определяет общую картину психических процессов в ходе всей деятельности. Поэтому в случае исследования существенно нестационарной деятельности в целом, характерной для операторов СЧМК, необходимы в первую очередь анализ и оценка ее макродинамики.

Макродинамика деятельности определяется типами психической активности, которые доминируют на каждом из временных интервалов существования оперативных систем регуляции. Как отмечал Б. Ф. Ломов, из принципов системного подхода следует, что характерной особенностью многоуровневых психических систем является иерархическая соподчиненность уровней [2]. При этом высший, максимальный уровень в системе становится ведущим, реализуя себя с помощью нижележащих уровней и обеспечивая целостность системы, ее основные свойства и содержание процессов функционирования. Так, применительно к регуляции движений Н.А. Бернштейн, в частности, показал, что ведущий уровень строится адекватно качеству и содержанию двигательной задачи [1].

Из этого следует, что доминирующей психической активностью в оперативной системе соответствует ведущий уровень регуляции. И поэтому анализ макродинамики деятельности можно проводить по временным параметрам интервалов актуализации, включенности ведущих уровней регуляции. Каждый из указанных интервалов определяется временем существования оперативной системы, то есть законченной фазой процессов психической регуляции. В связи с этим деятельность разбивается на отдельные дискретные циклы. Этот заверченный процесс функционирования оперативной системы регуляции, или процесс организации психической активности по реализации алгоритма разрешения проблемностей, мы определяем как цикл регуляции. При этом сущность доминирующей психической активности в каждом цикле так же, как и для оперативной системы, будет характеризо-

ваться ее ведущим уровнем регуляции или проблемностями максимального уровня в алгоритме. Соответственно, ими будет определяться и субъективная сложность деятельности.

Ранее нами показано, что каждый уровень регуляции обуславливает качественное своеобразие и временной масштаб протекания психической активности. Регуляция на уровне непосредственного взаимодействия должна осуществляться с некоторыми минимальными задержками относительно происходящих событий, так как в противном случае будет невозможен прямой чувственно-практический контакт человека с действительностью. Соответственно быстротечны процессы возникновения и преодоления проблемных моментов.

Уровни опосредованной координации и программно-целевой организации возникают при переходе от непосредственного реагирования на события к их осмыслению в рамках некоторых временных интервалов, ситуаций, когда временные задержки, отставания от реального масштаба времени становятся значительными. И временной масштаб протекания процессов возникновения и преодоления проблемных ситуаций становится большим, чем в предыдущем случае.

Высшие уровни регуляции – личностно-нормативных изменений и мировоззренческих коррекций – актуализируются при абстрагировании от конкретной ситуации для формирования общей стратегии поведения и долговременных отношений к действительности, поиска принципиально нового знания. Поэтому характерные временные интервалы возникновения и преодоления проблемностей в данном случае будут наиболее значительными по длительности.

Таким образом, каждому типу психической активности соответствует определенный временной масштаб процессов ее протекания, который увеличивается по мере возрастания уровня регуляции. Поэтому когда какой-либо из уровней регуляции становится ведущим в оперативной системе, он неизбежно должен накладывать ограничения на время ее существования, так как в противном случае произойдет переход к временному масштабу психической активности другого типа

и будет возникать несоответствие между типами психической активности и временными масштабами их протекания. Следовательно, длительность циклов регуляции для каждого из уровней должна находиться в определенном диапазоне, а последовательность проблемностей, входящих в соответствующий алгоритм их разрешения, не может быть бесконечной.

Учитывая определенную условность разделения психических процессов регуляции на соседних уровнях, отличия временных масштабов их протекания будут размытыми и нечеткими. Указанная размытость выражается в существовании некоторых общих диапазонов, изменения длительности циклов регуляции, в которых нельзя проводить однозначное соответствие между конкретными циклами и одним из двух соседних уровней регуляции.

В итоге, деятельность операторов СЧМК в динамике представляется, с одной стороны, в виде последовательной смены алгоритмов разрешения проблемностей и, с другой стороны, как последовательность разноуровневых дискретных циклов регуляции. Это описание определяет направление дальнейшей разработки конкретных методов анализа психической регуляции операторской деятельности.

Вопросы для дискуссий

1. В чем заключается специфика деятельности человека-оператора?
2. Что может являться для основания классификаций видов операторской деятельности?
3. Какие существуют основные критерии оценки деятельности оператора?

Литература:

1. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 1966.
2. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. – М.: Наука, 1984.

Тема 7.

Перцептивный опыт оператора

Стрелков Ю.К. Историческая реконструкция образа мира пилота и штурмана // Инженерная и профессиональная психология. – М.: Издательский центр «Академия», 2005, с. 297–304

Генетическое исследование профессии – динамики мира профессионала в развитии профессии, определяемом развитием технологии, – имеет большое значение для понимания и описания мира профессионала. Образ мира как система отношений человека с миром является также и отображением мира, точность и адекватность которого определяются активным отношением, деятельностью, осуществляемой человеком в мире. Слои образа мира, глубинные и поверхностные, с разной степенью конкретности фиксируют окружающую предметы и способы действий с ними. Содержания разных слоев образа мира могут не совпадать, даже противоречить друг другу. Этим определяется сложность структуры образа мира данного субъекта. Изменчивость содержаний слоев образа мира определяется их близостью к периферии, к миру предметов. Образ мира открыт, с одной стороны, во внешний мир, с другой – в мир внутренний, где рождаются цели и потребности, формируются программы действий, где живут мысли и воспоминания. Такой образ исходит из прошлого и устремлен в будущее. Образ мира строится спонтанно, но участие субъекта также нельзя отвергать: он строит собственный образ мира, организуя его в соответствии с целями и планами действий. Детальность представлений предметов на разных уровнях образа мира определяется тем, насколько точны и подробны схемы преобразований предметов.

Рассматривая чувственную ткань образа мира, иначе – перцептивный мир, нельзя не признать его определенную независимость от глобальных и ситуативных целей субъекта, от его действий и Деятельностей, которые связаны с глубинными

слоями образа мира, где подчеркиваются самые глубокие и значимые отношения человека к миру.

Далее перцептивные миры пилотов и штурманов будут рассмотрены в историческом аспекте – на материале развития авиации. Развертывая содержание опыта субъекта, покажем его активную роль в формировании образа мира и выделим роль значимого другого человека в формировании структур профессионального опыта.

Особое внимание будет уделено переходам от внекабинного перцептивного мира к внутрикабинному – и обратно. Мы сочли полезным привести пространственные цитаты из описаний, сделанных летчиками, чтобы ярче и отчетливее представить феномен перцептивного мира.

В прежние времена человек, стремившийся в небо, должен был сам построить летательный аппарат. Испытывая и совершенствуя его, человек совершенствовал и навыки управления самолетом. Пилот и конструктор К. К. Арцеулов так описывает встречу с необычным, доселе неведомым, миром:

«Сделал вираж, такой круг, чтобы вспомнить еще раз все свои приемы, которые, я предполагал, выведут самолет из штопора. Потом сбавил газ по возможности, чтобы потерять скорость, задрал самолет, выключил мотор – самолет закачался. И достаточно было немного тронуть одной ногой, как самолет свалился на левое крыло – завертелся в штопоре... Было очень тихо. Только свист в расчалках, и все предметы в зоне сливаются в опрокинутый конус, у вершины которого мелькает здание школы. На ручке управления исчезло чувство опоры...

Конечно, впечатление, первый раз попав в штопор, было не особенно приятное, и поэтому, как только я убедился, что это действительно штопор, я сейчас же применил свои предложенные приемы, чтобы вывести самолет: ручку отдал от себя и сильно дал ногу, обратную вращению штопора.

Я почувствовал, что на рулях появилось давление воздуха – самолет я остановил...». [1]

Из этого отрывка видно, что перцептивный мир пилотов в то время содержал внекабинные предметы, к ним добавлялся звук мотора да свист ветра в расчалках. В условиях спокойного полета восприятие мира сверху доставляет человеку огромное удовольствие, поскольку с ощущением быстрого дви-

жения и расширением перспективы соединялись чувство риска и переживание могущества. Перцептивный мир сугубо индивидуален. Это прекрасно видно из описаний Антуана де Сент-Экзюпери, в которых есть пространство, время, движение, краски, свет, переживание опасности и чувство связи с людьми и землей, восхищение мужеством друга, любовь к жизни. Все оценки, связанные с положением самолета и его движением пилот должен был выполнять на основе непосредственного восприятия окружающего мира, сопоставляя положение горизонталей и вертикалей в конструкции самолета с местными предметами и линией горизонта. Пилот Пуантис пишет: «Я лично помню, что, когда я обучался во Франции в 1918 г., было принято считать, что хороший летчик не должен никогда пользоваться указателем скорости, и всякий летчик, не рискуя потерять свой авторитет у товарищей, остерегался говорить, что ему приходилось пользоваться им. Считалось, что пилотирование должно быть основано исключительно на непосредственных физических ощущениях (летное чутье) и что летчик, пользующийся пилотажными приборами, тем самым доказывает, что он недостаточно чувствует свой самолет.

Что касается компаса – его совершенно не применяли, и редки были те летчики, которые в своей практике имели случай хотя бы раз воспользоваться им... Нас приучали также не доверять высотомеру и только по своим личным ощущениям определять высоту, на которой находишься» [3]. Стоит еще напомнить, что конструкции первых самолетов были несовершенными, двигатели – ненадежными, а методик обучения полетам просто не существовало. Летное дело было искусством. Удостоверение пилота получал тот, кто мог взлететь, выполнить круг над аэродромом на заданной высоте и приземлиться. Дальние перелеты были редкими, они выполнялись над отчетливо видимыми линейными ориентирами и только в ясную погоду. Пилот часто летал вдвоем с механиком, а в сложных метеоусловиях для выполнения навигационной работы на борт брали особого человека – наблюдателя.

О перцептивном мире штурмана известно из книги штабскапитана А.Н. Журавченко «Артиллерийские вопросы навигации». Автор летал на первом многомоторном отечественном самолете «Илья Муромец». Описания его наблюдений

полезны для психолога, пытающегося понять штурманский труд. Автор показывает, что причины навигационных ошибок связаны с неточным или несвоевременным опознанием ориентиров. Он разработал устройство, позволяющее рассчитывать курс при полете за облаками, вне видимости земли.

В визуальном полете летчик ориентируется с помощью наиболее заметных предметов, которые он выделил еще при подготовке к полету. Для ночных полетов в ясную погоду используются известные контуры водоемов или населенных пунктов. Определение места, коррекция скорости и курса полета зависят от быстроты опознания ориентиров. В полете немало факторов, препятствующих опознанию предметов: различные световые эффекты, детали формы и окраски предмета, особенности движения самолета и облаков и т.п.; небольшие облака затрудняют опознание предметов, а сплошная облачность полностью прерывает восприятие, что при выходе из облаков требует очень быстрого проведения расчетов.

Описание перцептивного мира при полете над облаками можно найти в книгах пилотов и штурманов. Удивительное зрелище только на мгновение привлекает внимание наблюдателя – у него нет времени любоваться видом облаков, поскольку он занят поисками окна в облаках, чтобы успеть опознать ориентиры и выполнить измерения (с помощью водяных бомб, оптики, различных механических инструментов), произвести расчеты и дать информацию о месте самолета пилоту (в то время коммуникация осуществлялась с помощью записок). Величина навигационной ошибки зависела от скорости и точности движений наблюдателя, от того, насколько соответствовали его действия местоположению самолета. Синхронность действия наблюдателя-навигатора всегда имела важное значение: преждевременные и запоздалые действия наблюдателя обычно приводят к увеличению навигационной ошибки.

Опознание ориентиров основано на выполнении перцептивных или мыслительных операций: сдвигов, поворотов, помещения в систему координат, сжатий-растяжений и др. Обнаружение, различение, опознание, интерпретации – все эти процессы требуют научения. Они приведут к успеху в полете, если навигатор основательно проработал маршрут и условия полета во время навигационной подготовки [В ходе на-

навигационной подготовки проводится расчет времени полета и количества топлива, выбор высоты и скорости полета, определение путевых углов на основе данных о скорости и направлении ветра, изучение карты с целью выделить ориентиры и площадки для аварийной посадки, изучение погодных сводок, составление плана полета и общего представления о навигационной обстановке на маршруте.]

Штурманский труд всегда имел знаковый характер, и развитие его шло вместе с развитием человеческой культуры. К началу века, когда были начаты полеты на аппаратах тяжелее воздуха, навигация и картография были достаточно развиты, а штурман для выполнения своих задач должен был овладеть соответствующей знаковой деятельностью, чтобы сформировать и использовать соответствующие когнитивные структуры. Когнитивные структуры, построенные для работы в полете, специалист применяет, продумывая, проигрывая в уме особенности будущего полета по пути в аэропорт. Чувственная ткань восприятия (например, автобус, доставляющий штурмана в аэропорт) не совпадает с тем содержанием, на которое устремлен умственный взор летчика. В полете чувственная ткань в большей степени соответствует содержанию когнитивных структур, хотя в наиболее ответственных пунктах полета, где штурман занят проведением расчетов и проверками, чувственная сторона восприятия крайне обеднена.

Таким образом, видимый внекабинный мир играл важную роль в труде штурмана-наблюдателя, однако успешность выполнения задач всегда зависела от его интеллектуальной активности.

Значение внутрикабинного мира в летном деле стало возрастать по мере повышения высотности полетов, по мере оснащения кабины точными приборами. Полеты в облаках теперь уже могли выполняться не отдельными пилотами-мастерами, а любым летчиком. Была создана методика обучения пилотов приемам управления полетом по приборам. В ней отмечалось, как необходимо координировать движения рук и ног при определенных показаниях приборов, указывающих повороты. Методика включала ряд тренировочных заданий, которые должны выполняться в полетах при облачной погоде и

под колпаком. Возникшая перед методистами трудность была связана с изменением установок, ведь пилоты привыкли выполнять полеты только на основе внекабинной информации, в условиях естественного внекабинного мира, который кроме всего прочего придавал пилотам еще и уверенность в себе. Переход от внекабинного перцептивного мира к внутрикабинному выразительно описал Пуантис, обучавший пилотов полетам в облаках: «Летчик направляется прямо в центр белой стены, о которую он как будто ударяется. И действительно, как только самолет ее касается, он испытывает сотрясение и делает необычные движения. Применяя очень точно заученные правила слепого пилотирования, летчику удается прекрасно защитить себя во всех случаях. Он даже замечает, что в действительности сила возмущений, встречаемых в обычных белых облаках, имеет только среднюю величину. Непривычным является, главным образом, характер этих возмущений. Наиболее неожиданным в начале, например, кажется влияние вертикальных течений, то восходящих, то нисходящих, которые совершенно искажают непосредственное ощущение равновесия самолета, особенно в том, что касается продольной устойчивости» [2]. Еще до вхождения в облака летчик должен перейти к полету по приборам, которые следует контролировать не поодиночке, а все сразу, комплексно: курс, скорость, указатель поворота, высоту. Таким образом, при смене перцептивного мира при входе в облака обнаруживаются глубокие слои образа мира, куда входят навыки пилотирования и правила интерпретации показаний приборов, навыки сбора информации с приборной доски и уверенность пилота в правильности выдерживания параметров полета становится опасным из-за близости земли. Известный летчик-испытатель Галлай описал восприятие пилота, выполняющего заход на посадку с помощью электронного «окна», изображаемого на приборной доске:

«...монотонный отсчет: высота, скорость, шестьдесят, пятьдесят, сорок метров – на какую-то секунду все вокруг темнеет, это отражение земли, верная примета того, что облачность кончается, – и самолет вырывается из-за туч. И снова – в стороне от полосы» [2]

Вывести самолет на посадочный курс может только опытный летчик:

«Садимся!» Прежде чем он успел произнести это слово, его руки и ноги сами начали действовать... левая рука двинула вперед рычаги управления двигателями, правая подобрала штурвал на себя и энергично крутанула его влево, левая нога нажала на педаль. От этого самолет прекратил снижение и резко вошел в левый разворот на высоте каких-нибудь 15–20 метров от земли... две-три секунды в развороте, машину быстро несет вбок в плоскости посадочной полосы, энергичная перекладка в такой же глубокий разворот вправо – и почти сразу же выход из крена. Змейка выполнена. Самолет – над осью полосы» (там же, с. 116). Такие маневры допустимы только в исключительных, безвыходных ситуациях.

Из приведенного отрывка видно, как восприятие внекабинного, а затем внутрикабинного мира полностью растворяется в действиях пилота: точных, быстрых, энергичных. Такие действия обычно не фиксируются в сознании. Пилот, как правило, может сообщить только о том, как выглядела ситуация: о положении полосы относительно самолета и т.д. В сложных ситуациях пилотирование настолько поглощает пилота, что из происходящего кругом он ничего не отмечает и, соответственно, не может вспомнить.

Иногда утомление или сложность ситуации становятся причиной ошибки: самолет приземлился удачно, но на незнакомом аэродроме, там где его не ждали [Об ошибках потери географической ориентации сообщают в своем уникальном исследовании Анутаньяно, Молер и Госби]

Перцептивный мир штурмана более открыт для ретроспективного анализа, поскольку штурману нет нужды столь внимательно контролировать точность исполнительных движений. Штурманы сообщают, что, регулярно летая в одни и те же аэропорты, они привыкают пользоваться группой неизменных ориентиров, которые видны при различном освещении и при различных погодных условиях. Присутствие штурмана в экипаже несколько облегчает труд пилотов, снижает напряженность и увеличивает безопасность. Тем не менее и при полетах со штурманом пилот должен переходить от внутрикабинного мира к внекабинному. В больших экипажах проблема решается распределением обязанностей между пилотами.

«Второй пилот снижается по приборам до момента выхода на визуальное наблюдение, а командир заходит на посадку визуально и приземляет самолет» (Ч. Оуэне).

В 30-е годы XX века, когда на самолетах были установлены радиостанции, стали возможны полеты по радиопеленгам, сообщаемым с земли. Слуховой мир обогатился сигналами радиомаяков. С изменением курса слышимость сигнала менялась – так пилот мог управлять по слуху курсом самолета. Поскольку радиомаяками служили радиовещательные станции, содержание сообщений существенно расширяло круг эмоций летчика: далекая спокойная музыка, тихая речь диктора вселяли надежду и уверенность в успешном окончании полета.

Слуховой радиомир состоит из звучащих объектов: радиостанций, радиомаяков. Не последнее место среди них занимает самолет. Понятие слухового радиомира подобно понятию непосредственного слухового мира и является удобным средством для описания пространственного аспекта слухового восприятия у штурмана и радиста. Прослушивая передачи известных радиостанций, субъект воспринимает голоса так, как если бы они исходили не из радиодинамика, а из разных городов, расположенных далеко друг от друга, – мира, данного как пространство. Диапазон действия маяков был небольшим, работали они на неудобных частотах, но они сигнализировали участие другого человека в полете. Система радиопереговоров стала внедряться несколько позднее. Первоначально переговоры шли по поводу того, что воспринималось в то же время зрительно. Поскольку система радиосвязи с бортом была налажена слабо, дальние перелеты шли с переходом от слухового радиомира к полету по компасу или по наземным ориентирам, воспринимаемым непосредственно.

Разработка систем управления воздушным движением с выделением пунктов обязательного донесения, секторов, зон с определенными частотами связи позволяет пилоту устанавливать положение самолета среди других самолетов на основе прослушивания переговоров с другими бортами и наложения мысленных меток самолета на карту зоны. Разумеется, пилот может запросить координаты самолета у наземных служб и получить точную информацию о том, насколько самолет удался от трассы. Позже появились радиосистемы ближней i:

дальней навигации, обеспечивающие пилотов точной информацией о месте самолета. Исчезла необходимость использовать звуковые сигналы радиокompаса. Для ориентирования потребуются принципиально иные перцептивные и интеллектуальные процессы. Образ полета стал абстрактным, бедным. Теперь он строится на основе информации, сохраняемой в глубоких слоях профессионального опыта.

В 50-х годах появились реактивные пассажирские самолеты. Реактивный двигатель позволил увеличить подъемную массу, скорость и дальность полетов. Но перед пилотами встала задача успеть выполнить полетные операции за тот небольшой промежуток времени, который оставался в их распоряжении. Экипаж не справлялся с объемом работы, поэтому численность экипажа была увеличена: радист, бортмеханик, штурман, два пилота. По мере автоматизации летного труда из экипажа исключили радиста, штурмана, бортмеханика. Управление самолетом передали пилотам, однако возникли проблемы управления компьютерами, координации действий между пилотами, готовности второго пилота заменить командира. Снова возникла проблема перехода от приборного полета к визуальному, проблема ориентирования при подходе к аэропорту.

Вопросы для дискуссий

1. Как Вы можете описать особенности перцептивного мира летчиков?
2. Внутрикабинный и внекабинный миры летчика: сходства и различия.
3. Какова роль опыта в формировании перцептивного мира специалиста?

Литература:

1. Галлай, М.М. Избранное: В 2-х т. – М., 1990. – Т 2.
2. Галлай, М.М. Полоса точного приземления / М.М. Галлай. – М., 1987.
3. Пуантис, Ж.В. Проблемы слепого полета / Ж.В. Пуантис – М., 1934.

Тема 8.

Профессиональная ошибка в деятельности оператора

Бодров В.А. Ошибочное действие как показатель уровня профессиональной пригодности // Практикум по дифференциальной психодиагностике профессиональной пригодности. – М. : ПЕР СЭ, 2003, с. 245–253

Одной из наиболее частых причин несчастных случаев, аварий и катастроф в промышленности, на транспорте и в других сферах деятельности человека являются ошибочные действия специалиста. Их роль стала особенно очевидной в последние десятилетия, когда сложность и ответственность многих видов деятельности существенно возросли. Достаточно вспомнить такие трагедии, как взрыв на Чернобыльской АЭС, столкновения морских судов, поездов, катастрофы самолетов. Все они в той или иной степени обусловлены ошибками персонала. Как свидетельствует мировая статистика, 50–80% аварий и катастроф в промышленности, на транспорте и в энергосистемах связаны с ошибочными действиями человека. Поэтому установление истинных причин ошибочных действий и разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий – важное направление в предотвращении несчастных случаев, аварий и катастроф в различных сферах человеческой деятельности.

Необходимо подчеркнуть, что только констатация факта ошибки или обвинение персонала в его причастности к происшествию без выявления всех причин случившегося ничего не дает для предупреждения подобных инцидентов в будущем. Однако такой взгляд на ошибку существует и обусловлен тем, что человек (специалист, профессионал) является последним звеном в цепи событий, и именно его действия, в конечном счете, определяют надежность любой профессиональной деятельности.

По своей природе ошибочное действие – био-социотехническое явление, отражающее нарушение взаимодейст-

вия субъекта и объекта профессиональной деятельности и обусловленное, с одной стороны, низкой профессиональной пригодностью специалиста, а с другой – эргономическим несовершенством средств труда, недостатками в организации, содержании и условиях деятельности. С позиции данного подхода ошибочное действие следует рассматривать как результат нарушения взаимодействия в системе «субъект – объект труда», проявившийся таким действием или бездействием человека, которое привело к отклонению трудового процесса за допустимые пределы. Такое понимание природы ошибочного действия человека нацеливает на поиск его причин во всех компонентах системы «субъект – объект труда».

Системным свойством человека, обеспечивающим безошибочность его работы, выступает профессиональная надежность. Под профессиональной надежностью понимается безотказность, безошибочность и своевременность действий человека по достижению конкретной цели в заданных условиях при взаимодействии с объектом труда и другими специалистами [1]. Надежность является высшим критерием профессиональной пригодности специалиста.

По мнению В.Д. Небылицына [4], надежность определяется тремя группами факторов:

- степени инженерно-психологической согласованности техники с психофизиологическими возможностями человека для решения трудовых задач;
- уровнем обученности и тренированности человека для выполнения этих задач;
- психофизиологическими данными человека, в частности, особенностями нервной системы, порогами чувствительности, состоянием здоровья, а также психологическими особенностями его личности.

Профессиональная надежность как системное свойство субъекта труда обусловлено совокупностью как его внутренних, так и внешних факторов. Среди внутренних факторов приоритетными являются не только профессиональные характеристики, состояние здоровья, но и особенности мотивационно-потребностной, когнитивной, психомоторной, эмоционально-волевой, темпераментальной и характерологической сфер личности. Внешние факторы включают эргономи-

ческие характеристики средств труда, особенности организации, содержания и условий деятельности.

Важно подчеркнуть, что любые попытки свести к нулю вероятность проявления ошибок человека путем внедрения новейших достижений психологии, эргономики и других наук при проектировании, изготовлении отдельных компонентов системы «субъект – объект труда» обречены на неудачу. Это объясняется тем, что эргономичность отдельных компонентов системы не в полной мере гарантирует надежность системы в целом. Только эргономичность всей системы обеспечивает ее надежное функционирование.

Зарождение теоретических и методических подходов и принципов проведения анализа и профилактики ошибочных действий человека связано с исследованиями, которые были выполнены еще в XIX веке, когда началась эксплуатация железнодорожного, а затем и воздушного транспорта и возникли первые антропогенные аварии и катастрофы. Расследуя их, ученые пытались понять причины случившегося и разработать рекомендации, направленные на повышение безопасности движения. Первые научные исследования по данной проблеме были выполнены М.М. Фон Вебером из Германии и И.И. Рихтером в России. Уже в этих, по праву считающимися пионерскими, работах, посвященных безопасности функционирования систем «человек-машина», был поставлен вопрос о необходимости уделять более пристальное внимание психологическому аспекту происшествий, то есть индивидуальным качествам работников, которые, по мнению авторов, подчас лежат в основе возникновения ошибок, и, воздействуя на них, предупреждать аварии и катастрофы.

Существенных результатов в данном направлении достиг американский психотехник Г. Мюнстерберг, один из первых (1910 г.) установивший зависимость надежности человека, управляющего технической системой, от его психологических качеств и предложивший методику для оценки способности к водительскому труду. Указанная методика была применена им для профессионального отбора вагоновожатых. Полученные результаты и их анализ позволили автору ранее других сформулировать и использовать в научной литературе понятие «личный фактор».

Однако, несмотря на быстро выросшую популярность и широкое использование «личного фактора» как научного понятия, единого толкования его не было. Одни исследователи видели в личном факторе ошибки суждения, утомление, «физическую болезнь», другие – отклонения в нервнопсихической сфере и т.д.

Особое толкование понятие «личный фактор» получило в исследованиях К. Марбе. Занимаясь изучением несчастных случаев, он пришел к выводу, что при возникновении непредвиденных задач особенно нужны быстрые «переключения установок». Люди с хорошей переключаемостью установок имеют малую подверженность опасности, а люди с плохой переключаемостью отстают в своем приспособлении к изменениям окружающего мира и поэтому подвержены несчастным случаям.

Наиболее обоснованное определение личного фактора дал С.Г. Геллерштейн. По его мнению, личный фактор – это совокупность всех врожденных и приобретенных физических и психических свойств личности, которые могут быть поставлены в связь с причинами возникновения, характером течения и исходом летного происшествия. В соответствии с данным определением личный фактор охватывает сферу эмоциональных и волевых качеств, черты характера и темперамент, задатки и способности, склонности и интересы, вкусы и привычки, моральный облик, здоровье и физическое развитие, общую и специальную подготовленность.

Благодаря своей конкретности, легкости понимания и доступности практического использования концепция личного фактора на многие годы стала базовой методологией анализа ошибочных действий и аварий, нацеливая экспертов на поиск причин случившегося в несовершенстве качеств и свойств личности конкретного человека.

Однако такой подход страдает определенной ограниченностью взглядов на причины антропогенных аварий и катастроф, не позволяет увидеть их в тех случаях, когда они скрываются в недостатках техники, несовершенстве организации, содержания и условий деятельности, связанных с тем, что в них не нашли отражения особенности, возможности человека выполнять эффективно и надежно конкретную деятельность. Более того, личный фактор отличает монопричинность в понимании

развития аварийной ситуации. С позиций данного подхода достаточно выявить при расследовании ошибочное действие, чтобы его принять за единственную причину аварии, а профессионала считать конкретным виновником случившегося. Становится очевидным, что методология личного фактора не позволяет установить при экспертизе всю цепочку причинно-следственных связей возникновения, развития и исхода аварийной ситуации, в силу чего не могут быть разработаны эффективные профилактические мероприятия, исключающие появление подобных аварий и катастроф в будущем.

Принципиально новые возможности при анализе ошибочных действий и аварий раскрываются в случае использования методологии человеческого фактора, основы которой начали закладываться в 1920–1930 гг. Была высказана мысль, что предрасположенность к несчастным случаям не только обусловлена индивидуально-психологическими качествами человека, но выступает и как результат соединения этих качеств с определенными характеристиками техники и производственных условий. Наиболее остро вопрос о зависимости ошибочных действий от несовершенства техники был поставлен в нашей стране в 1930 г. физиологом Н.А. Бернштейном и врачом-летчиком Н.М. Добротворским. Отмечая недостаточность профессионального отбора в обеспечении согласованности характеристики человека и техники, Н.А. Бернштейн одновременно подчеркивал целесообразность использования в решении данного вопроса эргономического подхода, направленного на согласование характеристик техники с психофизиологическими возможностями человека. При этом он считал, что необходимо разрабатывать объективные методы расчета и учета человеческого фактора при создании человеко-машинных систем.

Как личный, так и человеческий фактор в 40–50-е годы прошлого столетия получили достаточно широкое развитие применительно к обеспечению эффективности и безопасности полетов в нашей стране и за рубежом. Однако следует заметить, что если на Западе в методологии анализа ошибочных действий и аварий стала доминировать концепция человеческого фактора, то у нас – концепция личного фактора, причем в форме, когда всякая ошибка человека отождествлялась с его виной.

Большая заслуга в возрождении и развитии концепции человеческого фактора в нашей стране принадлежит Н.Д. Заваловой и В.А. Пономаренко, В.А. Бодрову, Г.М. Зараковскому и другим психологам и медикам. Под человеческим фактором стали понимать совокупность профессиональных, физиологических, антропометрических, психологических и социальных возможностей и ограничений человека, характерных для данного контингента в целом, не учет которых в конструкции техники, организации, содержании и условиях деятельности может приводить к ошибочным действиям [2].

Практическое применение данной концепции в 60–80-е гг. прошлого столетия позволило достичь высоких результатов при инженерно-психологическом сопровождении разработки новых воздушных судов, совершенствовании системы профессионального психологического отбора и обучения летного состава, объективизации расследования авиационных происшествий. Было научно доказано, что причиной ошибочных действий человека-оператора могут выступать как его индивидуально-психологические особенности, так и эргономические недостатки техники, несовершенство организации, содержания и условий деятельности. Благодаря выполненным исследованиям, выделена категория систематических ошибочных действий, в основе которых лежит не учет человеческого фактора при создании средств деятельности и организации труда. Тем самым представилось возможным разделить «вину» и «беду» человека в авариях и катастрофах. Более того, выявление ошибки рассматривалось не как конечная цель расследования, а как исходная точка для установления причинно-следственных связей возникновения, развития и исхода аварийной ситуации.

Такой подход предполагает установление не только непосредственной причины, породившей нештатную ситуацию, но и главной, следствием которой является непосредственная причина. Считается, что эффективность профилактических мероприятий по предупреждению аварий и катастроф достигается только в том случае, когда они нацелены на устранение главной причины.

Необходимо подчеркнуть, что возрождение в 60-е годы и дальнейшее развитие концепции человеческого фактора внесло заметный вклад в повышение безопасности. И тем не ме-

нее, надо признать, что наиболее продуктивно данная концепция используется при инженерно-психологическом сопровождении разработки новых поколений техники, в системе профессионального психологического отбора и обучения, и, к сожалению, менее заметна ее эффективность при анализе причин ошибочных действий и аварий [3].

Таким образом, современные взгляды на профессиональную надежность человека и на подходы к психологическому анализу причин ошибочных действий и аварий основываются на следующих представлениях:

- основным звеном системы «субъект – объект труда» является человек, осуществляющий управляющую, регулирующую функцию в деятельности;
- высокая эффективность и надежность системы деятельности достигаются только при условии разработки, создания ее компонентов (средств, процессов, условий) с учетом психологических особенностей субъектов конкретной деятельности;
- ошибочное действие в деятельности субъекта определяет его роль прежде всего как исполнителя, а не как виновника ошибки (это еще надо изучить и установить);
- причины ошибочного действия могут быть обусловлены как индивидуальными особенностями, недостатками и ограничениями личности специалиста, так и несоответствием компонентов системы деятельности профессиональным, психологическим, физиологическим и другим характеристикам человека;
- несоответствие индивидуальных качеств и свойств личности требованиям профессиональной деятельности может быть причиной как недостаточного их развития и проявления у конкретного субъекта труда, так и следствием несовершенства системы профессионального отбора и подготовки специалистов, несовершенства режима труда и отдыха, неблагоприятных условий деятельности, низкой эргономичности орудий труда и т.д.;
- установление факта ошибочного действия есть не конечный этап расследования, а начальный этап анализа причинно-следственных связей возникновения, развития и завершения нештатной ситуации.

Психологическое обеспечение профессиональной надежности человека в конкретной деятельности в значитель-

ной степени должно быть основано на результатах изучения, анализа причин возникновения, характера развития, особенностей проявления и последствий ошибочных действий. Важным звеном в этом процессе является организация и проведение психологической экспертизы субъекта труда, допускающего ошибки в деятельности и являющегося активным участником развития аварийной ситуации. Основной целью подобной экспертизы является выявление тех индивидуально-психологических особенностей профессионально важных качеств, психических состояний, черт личности, которые могут рассматриваться как прямые или косвенные предпосылки нарушений профессиональной надежности.

Вопросы для дискуссий

1. Что такое «профессиональная ошибка»?
2. Может ли ошибка в деятельности оператора быть показателем его эффективности?
3. В чем заключается надежность деятельности человека-оператора?

Литература:

1. Бодров, В.А. Профессиональная надежность оператора. Системный подход в инженерной психологии и психологии труда / под ред. В.А. Бодрова и В.Ф. Венды. – М. : Наука. 1992. – С. 105–117.
2. Бодров, В.А., Орлов, В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – М. : ИП РАН. 1998.
3. Козлов, В.В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации / В.В. Козлов. – М. : Полиграф. – 2002.
4. Небылицын, В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления. Инженерная психология / под ред. А.Н. Леонтьева, В.П. Зинченко, Д.Ю. Панова. – М. : МГУ. – 1964. – С. 358–367.

Тема 9.

Специфика индивидуальной и групповой деятельности операторов в системе СЧМ

Бодров В.А. Психологические особенности профессиональной группы // Практикум по дифференциальной психодиагностике профессиональной пригодности. – М. : ПЕР СЭ, 2003, с. 199–210

Профессиональная совместная деятельность многих специалистов осуществляется в составе малых групп (смена, бригада, экипаж и т.п.) – *Малая группа* – это небольшое по численности (от 3 до 20–30 человек, оптимальный размер 5–12 человек) объединение людей, связанных непосредственным взаимодействием [6]. В малых группах протекают основные акты жизнедеятельности, происходит формирование личности и проявляются ее качества. В свою очередь, и сама малая группа проходит стадии формирования, развития, совершенствования. Все это в полной мере относится и к малой (трудовой) группе, в структуре и функциях которой отражаются специфика конкретного вида совместной деятельности, психологические свойства и качества отдельных членов группы и особенности групповых процессов (психологический климат, совместимость, сплоченность, работанность, руководство группой и т.д.).

Одним из системных свойств совместной деятельности является профессиональная пригодность как индивидуально, так и коллективного субъекта этой деятельности; оно формируется на основе причинно-следственных связей между конкретным специалистом (членом группы), малой группой (трудовым объединением специалистов) и содержанием (предметом, средствами, условиями и т. д.) конкретной профессиональной деятельности. Именно этим обстоятельством обусловлено повышенное внимание к вопросам функционирования малой трудовой (производственной, профессиональной) группы.

Центральный психологический феномен, характеризующий малую группу, – *психологическая общность*, основными критериями которой выступают явления сходства, общности индивидов, входящих в малую группу (мотивов, ценностных ориентации, социальных установок), идентификация индивидов со своей группой (осознание принадлежности к данной группе), осознание членами группы имеющегося сходства, общности входящих в нее индивидов и отличий своей группы от других, наличие функционально-психологических характеристик, присущих группе в целом и т.д. [2, 3].

В социально-психологических исследованиях малых групп предметом изучения являются особенности формальных и неформальных их образований, временных и постоянных групп, характеристики их композиции, то есть совокупности индивидуальных особенностей членов группы, значимых для ее оценки как целого (пол, возраст, образование и т. п.), структуры группы (совокупность связей между отдельными индивидами – формальная и неформальная, социометрическая и коммуникативная, структура социальной власти и влияния).

С точки зрения профессиональной пригодности индивидуального и коллективного субъекта особое значение имеет характер взаимодействия индивида и малой группы, которое связано, с одной стороны, с групповым давлением на психическую деятельность и поведение индивида, а с другой – с влиянием индивида на групповые психологические явления и групповое поведение.

Одним из групповых психологических феноменов, оказывающих влияние на эффективность профессиональной деятельности, развитие личности профессионала, уровень удовлетворенности трудом, является *психологический (социально-психологический) климат* в группе, который возникает при взаимодействии людей в совместной деятельности и проявляется в характере взаимоотношений, настроении, эмоций, установок, мнений и т.д. Психологический климат формируется под влиянием макросреды (социально-экономические и общественно-политические условия жизнедеятельности) и микросреды (специфика формальных и неформальных связей в группе, стиль руководства, уровень психологической совмес-

тимости работников, материально-техническое обеспечение членов группы и всей группы в целом и т.п.). Для психологического климата трудового коллектива характерна его зависимость от содержания и условий деятельности, ее мотивов и целей, профессиональной квалификации работников и их профессиональной пригодности к данному виду труда, психологических особенностей личности каждого члена коллектива. Именно поэтому при формировании трудового коллектива, подборе для него отдельных специалистов важным является изучение, оценка профессионально важных психологических качеств как с точки зрения их соответствия требованиям конкретной деятельности, так и по критериям обеспечения психологической совместимости членов трудового коллектива.

Психологическая совместимость является одним из групповых феноменов, связанных с особенностями межличностного взаимодействия и межличностных отношений и предполагающим оптимальную согласованность индивидуально-психологических характеристик членов группы (мотивационно-волевых, интеллектуальных, характерологических, ролевых и других), удовлетворенность совместной деятельностью и общением. Изучение психологической совместимости позволяет предсказать и определить ее влияние на эффективность совместной деятельности, характер психологического климата, межличностного общения и других групповых процессов.

Понятие «психологическая совместимость» является многоплановым, но в самом общем виде оно определяется как взаимное соответствие, оптимальное сочетание различных свойств и качеств членов группы, а именно – взаимная симпатия, положительный характер эмоциональных установок, взаимовнушаемость, общность интересов и потребностей, сходство психофизиологических реакций на воздействующие факторы. Психологическая совместимость членов трудового коллектива в значительной степени определяется специфической конкретного вида деятельности – ее целями, содержанием, условиями и т.д., что отражается в профессиональной направленности взаимодействующих психологических свойств и качеств и в чувстве удовлетворенности процессом и результатами совместного труда.

В структуре психологической совместимости выделяются определенные уровни (виды) в зависимости от того, какие индивидуальные образования включены в межличностное взаимодействие. Психофизиологическая совместимость предполагает согласованность эмоциональных и поведенческих реакций членов группы на основе характеристик анализаторных систем, основных свойств нервной системы, темпераментальных особенностей. Социально-психологическая совместимость определяется общностью потребностей, мотивов, установок, интересов, ценностных ориентации, социального поведения и т. д. Психологический фактор совместимости отражает согласование индивидуальных особенностей интеллекта, личностных свойств, эмоционально-волевых и характерологических качеств.

Психологическая совместимость классифицируется также по объектно-уровневному основанию, а именно:

- 1) межличностная совместимость (между отдельными индивидами);
- 2) внутригрупповая совместимость (между личностью и микро- или макрогруппой, между микро- и малой группой);
- 3) межгрупповая совместимость (между микрогруппами и малыми группами).

Исходя из содержания совместной деятельности следует дифференцировать феномены совместимости и сработанности членов трудового коллектива по таким признакам, как характер условий рабочего взаимодействия (официальные и формальные или же неофициальные), значимость параметров успешности совместной деятельности или субъективной удовлетворенности общением, а также процессом и результатами труда, степень эмоционально-энергетических затрат (психологическая и физиологическая «цена» деятельности) членов группы, решающих общие задачи.

Сработанность представляет собой эффект сочетания и взаимодействия индивидов, который характеризуется достижением высокой эффективности деятельности за счет сбалансированной и согласованной между членами группы организации рабочего поведения при рациональных энергетических затратах на фоне удовлетворенности процессом и ре-

зультатами совместной работы и высокой адекватности взаимопонимания.

Характеризуя особенности развития малой группы как определенное сочетание процессов групповой дифференциации и интеграции, можно выделить в качестве одного из ее феноменов *групповую сплоченность* или единство группы. Понятие «сплоченность» используется для обозначения таких социально-психологических характеристик малой группы, как уровень психологической общности, единство членов группы, теснота и устойчивость межличностных взаимоотношений и взаимодействия, степень эмоциональной привлекательности группы для ее членов. В одном из подходов к проблеме групповой сплоченности она связывается с понятием «групповое согласие», то есть со сходством, совпадением взглядов (мнений, представлений и оценок) членов группы по отношению к значимым для них явлениям, событиям, людям, сближение социальных установок, представлений в процессе непосредственного взаимодействия между членами группы [6].

Сплоченность понимается и как ценностно-ориентационное единство группы, то есть сходство, совпадение отношений членов группы к основным ценностям, связанным с совместной деятельностью [5]. В качестве основного показателя сплоченности рассматривается также совпадение ценностей, касающихся предмета совместной деятельности, ее целей и мотивов, – интеграция группы по этому параметру осуществляется, прежде всего, в процессе совместной трудовой деятельности [1, 5].

Уровень сплоченности малой группы определяется частотой и устойчивостью коммуникативных связей в ней, поэтому изучение, оценка групповой сплоченности и влияния на нее должны осуществляться с помощью характеристик коммуникативных взаимодействий между членами группы и влияния на коммуникации в группе. В качестве основного методического подхода при изучении групповой сплоченности используется ее эмоциональная оценка представителями группы с точки зрения удовлетворенности членством в ней; применяется также социометрический подход, в котором эта оценка связывается с уровнем взаимной эмоциональной при-

влекательности членов группы и определяется относительным числом взаимных положительных выборов или позитивных эмоциональных оценок индивидов в группе.

Существенное влияние на эффективность профессиональной деятельности и групповые процессы (психологический климат, совместимость, сплоченность и т.д.) оказывает развитие *конфликта* в группе – как «социально-психологического явления, в котором проявляются взаимоисключающие или несовместимые формы поведения на основе противоречивости целей и установок участников конфликта, отражаемых в их когнитивных структурах» [6, с. 532–533]). Социально-психологический подход к анализу конфликтов можно свести к следующим положениям: 1) участники конфликта при взаимодействии исходят из своих субъективных представлений о конфликтной ситуации, хотя эти представления могут не совпадать с объективной реальностью; 2) конфликтное взаимодействие детерминируется на основе первоначальных мотивов участников конфликта, но сам конфликтный процесс формирует новые мотивы и изменяет старые; 3) необходимо учитывать широкий контекст конфликтного взаимодействия (учет исторических, экономических, профессиональных, социальных, психологических и иных факторов, на фоне и в условиях которых протекает конфликт).

Используя концептуальную схему исследования социального конфликта, разработанную В.А. Сосниным в 1979 г., можно представить его развитие на уровне организации, группы, диады: а) источником конфликта являются объективные противоречия материального производства, мотивов и целей деятельности, различия групповых или внутригрупповых интересов, уровня профессиональной подготовленности, типологических и личностных характеристик членов группы; б) форма динамики конфликта, взаимодействия конфликтующих может быть регулируемой или нерегулируемой, мирной или агрессивной, направленной на дефицитный объект или на конкурента, на избегание, компромисс, принуждение, конфронтацию и т.д.; в) последствием конфликта могут стать изменение или не изменение условий совместной деятельности, позиций индивидов в структуре группы, адапта-

ция к наличным условиям, эскалация конфликта, достижение или не достижение цели деятельности.

Развитие трудового, межличностного конфликта в рабочем коллективе оказывает существенное влияние на социально-психологический климат в нем, что влечет за собой нарушение организации и условий деятельности, работоспособности специалистов, ухудшение эффективности и качества труда вследствие более или менее длительного снижения профессиональной пригодности индивидуального и коллективного субъекта деятельности. Кроме того, недостаточная профессиональная пригодность конкретного члена трудового коллектива может явиться одной из причин развития конфликта [4].

Высокой практической значимостью с точки зрения обеспечения эффективного управления трудовым коллективом обладает феномен *лидерства*. В малой группе лидерство характеризует особенности воздействия или влияния личности на такие социально-психологические явления, как мнения, оценки, отношения и поведение в целом группы и отдельных ее членов. Лидерство определяется индивидуальными качествами личности (социальными, психологическими, профессиональными, демографическими и т.д.) и социально-психологическими отношениями членов группы. В этой связи лидерство отличается от руководства, которое основано на экономических, организационных, административных методах воздействия. Главными признаками лидерства являются: высокий уровень активности и инициативности человека при решении группой совместных задач; большая информированность о решаемой задаче, членах группы; выраженная способность воздействовать на других людей; большее соответствие поведения мнениям, позициям, ценностям, принятым в группе; более яркое проявление личностных качеств, эталонных для данной группы [6].

В исследовании лидерства существуют различные подходы: согласно «теории черт», лидером становится человек, который обладает совокупностью необходимых качеств; в «поведенческом» подходе считается, что лидером становится человек, который обладает нужной формой поведения; сторонники «ситуативного» подхода отмечают, что эффективность лидерства определяется соответствием качеств лидера и

особенностей его поведения характеру ситуации, в которой находится группа; в «функциональном» подходе лидерство понимается как функция групповой активности и характеристик группы в целом.

Эффективность групповой активности, совместной трудовой деятельности в значительной степени определяются *личностью руководителя*. Функция руководства осуществляется в системе формальных (официальных) отношений, а руководитель группы (коллектива) назначается извне и получает властные полномочия. Критериями эффективности руководства являются: 1) удовлетворенность членов группы отношениями с коллегами и руководителями, условиями труда и заработной платы и т. д.; 2) мотивация (желание трудиться и стремление сохранить членство в группе); 3) авторитет руководителя; 4) самооценка коллектива; 5) общая результативность совместной трудовой деятельности.

Личность руководителя характеризуется большим разнообразием свойств, черт и показателей. Согласно одной из классификаций (американский психолог М. Шоу), выделены: 1) биографические характеристики (пол, возраст, трудовой стаж и т.п.); 2) «способности» (интеллект, знания, умения, компетентность, информированность); 3) черты личности (доминантность, уверенность в себе, эмоциональная уравновешенность, стрессоустойчивость, креативность, стремление к достижению намеченной цели, ответственность, надежность в выполнении задания, независимость, общительность).

По другой классификации определены пять подструктур личности руководителя.

1. Идеино-политические качества – политическая зрелость, идейная убежденность, способность подчинять личные интересы общественным, широкий политический кругозор и т.п.

2. Профессиональная компетентность – знания, навыки, умения, опыт в решении технических, экономических, управленческих, социальных, правовых, психологических и других вопросов и задач.

3. Организаторские способности:

а) организаторское чутье – психологическая сообразительность, понимание психологических особенностей и состояния

других людей, умение запоминать людей и их поступки, склонность к психологическому анализу поведения и поступков других людей и своих собственных, способность мысленно ставить себя в психическую ситуацию другого человека и действовать вместо него, глубокая вера и убеждение в силе, способностях и возможностях отдельной личности и коллектива; практический ум – умение распределять задачи в зависимости от индивидуальных особенностей людей, регулировать психическое состояние группы в целом и отдельных ее членов в зависимости от условий деятельности и взаимоотношений между людьми; психологический такт – умение быстро найти необходимый тон, целесообразную форму общения, проявить простое и естественное отношение к людям, чувство справедливости и объективности при оценке и подборе людей;

б) эмоционально-волевое воздействие: общественная энергичность – способность заражать своей энергией окружающих людей, логически-речевое и практическое воздействие через личный пример; взыскательность – смелость, гибкость, категоричность, настойчивость, использование разнообразных форм понуждения, индивидуального подхода; критичность – способность анализировать процесс, результаты деятельности и поведение других людей, логичность и аргументированность критических замечаний, прямота и смелость, доброжелательность;

в) склонность к организаторской деятельности – способность самостоятельно ею заниматься, смело брать на себя функции организатора и ответственность за работу других людей, потребность в занятии этой деятельностью и постоянная готовность осуществлять ее, получение положительных эмоций от занятий ею.

Кроме перечисленных можно выделить еще и такие качества личности руководителя, как деловитость, оперативность, выбор адекватных целей, распорядительность, умение грамотно говорить и убеждать, логичность и т.д.

4. Педагогические качества – навыки и умения обучения других людей, анализа и обобщения собственной деятельности, перестройки ее в соответствии с новыми задачами и целями.

5. Морально-этические качества – справедливость по отношению к подчиненным, уважение их, умение держать слово, общительность, внимательность, приветливость в обращении.

Перечисленные качества личности руководителя выступают одной из существенных предпосылок эффективного управления совместной деятельностью. В этой связи можно рассматривать и представления подчиненных об идеальном руководителе, согласно которым можно выделить следующие качества: требовательность, жизнерадостность, организованность, уравновешенность, трудолюбие и доброжелательность. Среди выделенных ведущими являются качества отношений и в меньшей степени – деловые.

Следует отметить, что каждый руководитель представляет собой индивидуальность, в которой неповторимо сочетаются разнообразные (по способу и интенсивности выражения) качества пяти перечисленных компонентов структуры личности. К тому же каждому руководителю свойственен свой индивидуальный *стиль руководства*, который придает дополнительное своеобразие деятельности руководителя.

Изучение и оценка личности руководителя проводятся на основе ряда методологических положений, а именно:

- личность руководителя изучается во взаимосвязи и взаимообусловленности со структурно-функциональной организацией его деятельности: с одной стороны, профессионально важные качества личности руководителя могут и должны быть выявлены исходя из тех требований, которые ей предъявляются содержанием управленческой деятельности, а с другой, свойства и качества личности руководителя оказывают существенное влияние на многие характеристики его деятельности и, в частности, на эффективность и качество работы руководителя и его коллектива, на стиль деятельности и т.п.;

- модель эффективной личности руководителя строится на основе структурного подхода, в соответствии с которым она рассматривается как совокупность функционально взаимосвязанных подструктур в целостной структуре личности;

- структура личности руководителя включает психофизиологический, психологический и социально-психологический уровни регуляции управленческой деятельности кон-

кретного руководителя, которые отражают его индивидуальные черты и особенности в процессе, стиле и результатах его деятельности.

Вопросы для дискуссий

1. Какие основные принципы групповой деятельности при операторской деятельности?
2. Какова структура групповой деятельности оператора в СЧМ?
3. В чем заключаются основные отличительные особенности групповой операторской деятельности от индивидуальной?

Литература:

1. Донцов, А.И. Психология коллектива / А.И. Донцов. – М. : МГУ. 1984.
2. Коломинский, Я.Л. Психология взаимоотношений в малых группах / Я.Л. Коломинский. – Минск. 1976.
3. Кричевский, Р.Л., Дубовская, Е.М. Психология малой группы: Теоретические и прикладные аспекты / Р.Л. Кричевский, Е.М. Дубовская. – М. : МГУ. 1991.
4. Манстенбрук, У. Управление конфликтными ситуациями и развитие организации / У. Манстенбрук. – М. : ИНФРА-М. – 1996.
5. Петровский, В.А., Шпалинский, В.В. Социальная психология коллектива / В.А. Петровский, В.В. Шпалинский. – М. : Наука. 1978.
6. Позняков, В.П., Соснин, В.А. Психология малых групп. Современная психология / под ред. В.Н. Дружинина. – М. : ИНФРА-М. 1999. – С. 524–538.

Раздел IV.

Основы эргономического построения рабочего пространства

Тема 10.

Эргономика в структуре психологического знания

Основы авиационной медицины // Авиационная медицина. Руководство / под ред. Н.М. Рудкого, П.В. Васильева, С.А. Гозулова. – М. : Медицина, 1986, с.503–508

Одной из основных задач авиационной медицины является сохранение здоровья и повышение работоспособности летчика, других членов экипажа летательного аппарата, специалистов наземных систем управления полетами и обслуживания авиационной техники (АТ).

Традиционный путь решения этой задачи заключается в соблюдении гигиенических условий труда, нормировании летной нагрузки, в создании средств защиты от вредных воздействий, в проведении оздоровительных и других мероприятий. Однако существует и другой путь, состоящий в воздействии непосредственно на процесс деятельности и, следовательно, на психические и физиологические функции, лежащие в основе целенаправленной переработки информации и затраты энергии человеком, а также на рациональное построение технических средств. Этот второй путь реализуется инженерами при создании летательного аппарата (ЛА) или другой авиационной техники, инструкторами и методистами летной подготовки в процессе обучения и тренировок. При этом далеко не всегда используются полученные в психологии и физиологии данные о характеристиках человека.

В последние годы выявилась практическая необходимость и появилась реальная возможность объединить эти два пути с тем, чтобы комплексно решать все вопросы обеспече-

ния высокоэффективной деятельности авиационных специалистов, начиная со стадии заказа авиационной техники и кончая периодом ее эксплуатации в народном хозяйстве. В этом и состоит сущность авиационного направления эргономики как научно-практической дисциплины, имеющей целью повышение эффективности авиации, безопасности и регулярности полетов при условии сохранения здоровья членов экипажей и специалистов, обеспечивающих полеты.

Существуют два различных понимания эргономики: первое – формально-организационное. Эргономика в этом смысле представляет собой работу по объединению и совместному применению на практике совокупности различных рекомендаций и методов (гигиенических, физиологических, системно-технических, социологических, технико-эстетических и др.); второе – содержательно-специфическое.

Эргономика в этом смысле представляет собой специальную научно-практическую дисциплину со своими специфическими предметом, методами и самостоятельными задачами.

Предметом эргономики как науки является изучение системных закономерностей взаимодействия человека или группы людей с техническим средством, предметом трудовой (учебной, спортивной, игровой и др.) деятельности и средой в процессе достижения цели деятельности или в процессе профессиональной подготовки к ее выполнению. Задачей эргономики как сферы практической деятельности является проектирование и совершенствование процессов (способов, алгоритмов, приемов) деятельности, способов подготовки (обучения, тренировки, адаптации) к ней, а также тех характеристик средств и условий труда, которые непосредственно влияют на параметры деятельности и состояние человека, в интересах повышения качества и производительности труда, сохранения здоровья и развития личности работающего. Специфическими методами эргономики являются приемы многофакторного экспериментального изучения систем «человек – орудие – предмет труда – среда», математического моделирования, анализа, проектирования и оптимизации процессов, средств и условий деятельности в таких системах.

Таким образом, эргономика как бы ассимилирует данные разных наук о человеке и технике и использует их при

решении практических вопросов создания и эксплуатации технических средств. Для авиационной медицины такой подход заключается в следующем:

- помимо критериев здоровья и функционального состояния физиологических систем обязательно используются критерии качества деятельности (точность выдерживания летчиком параметров полета, характеристики распределения внимания и т.п.);

- существующее нормирование физиолого-гигиенических факторов по пороговому принципу (предельно допустимые концентрации веществ в воздухе, максимально переносимые перегрузки и т. п.) дополняется нормированием по динамическому принципу, т.е. путем выбора целесообразных значений факторов, исходя из зависимости показателей качества деятельности и состояния организма от величины воздействующего фактора или нескольких факторов;

- значительно большее внимание обращается не на разработку рекомендаций, направленных на компенсацию недостатков авиационной техники в процессе эксплуатации, а на предупреждение этих недостатков в процессе создания образцов АТ.

В результате современная авиационная медицина решает ряд вопросов эргономического характера. Примерами успешного решения таких вопросов на этапе разработки техники являются создание специализированных видов защитно-компенсирующего снаряжения летчиков, хорошо обеспечивающих как состояние кровообращения и дыхания, так и подвижность конечностей, обзор и разборчивость речи; выделение комплекса условий, обеспечивающих не только переносимость, но и возможность высокого качества пилотирования при больших перегрузках и др. На этапе эксплуатации, т.е. для большинства авиационных врачей, эргономические вопросы возникают при решении экспертных задач, в процессе медицинского обеспечения тренажерной подготовки и при расследовании летных происшествий. Так, например, экспертиза годности к летной работе должна производиться также с привлечением данных об особенностях выполнения летчиком тех или иных рабочих операций: если летчик стремится не создавать больших перегрузок, то необходимо провести дифференциальную диагностику воз-

возможных причин этого явления, связанных либо с состоянием сердечно-сосудистой системы, либо с мотивационным фактором, либо с неумением контролировать весь необходимый комплекс показателей динамики самолета.

Медицинское обеспечение подготовки летчиков на шпотажных тренажерах не будет полноценным, если в процессе врачебного контроля учитываются только показатели вегетативных реакций и не учитываются показатели качества обучения. Особо важное значение имеет эргономический подход при выяснении причин летных происшествий. Авиационный врач (как основной специалист по «человеческому фактору») должен стремиться понять в деталях всю совокупность причинно-следственных отношений, включая сюда не только условия, определяющие работоспособность, но и структуру самого процесса выполнения летчиком действий, характер его взаимодействия с самолетными системами, с оборудованием кабины. Наконец, что самое важное, авиационные врачи все больше принимают участие непосредственно в проектировании и испытаниях новой авиационной техники. Фактически авиационная медицина стала той базой, на которую опирается и развивается дальше система эргономического обеспечения разработки и эксплуатации авиационной техники.

Эргономика вообще и авиационная эргономика в частности возникли как результат практической реализации давно выдвинутой идеи системного подхода к учету характеристик человека при создании эффективной и безопасной техники, высококвалифицированной и гуманной технологии производства. Еще в 1921 г. на первой Всероссийской инициативной конференции по научной организации труда было сделано предложение создать «эргологию» как науку о законах работы человека. При этом, выражая принцип социалистического понимания повышения производительности труда на основе комплексного использования достижений физиологии, гигиены и психологии, В.М. Бехтерев отметил: «не в тейлоризации труда все дело, не в ней окончательный идеал проблемы труда, а в таком осуществлении самого труда, который бы давал максимум производительности при оптимуме или максимуме здоровья, при отсутствии не только переутомления,

но и при гарантии полного здоровья и развития личности трудящихся» [цит. по Зинченко В.П., Мунипов В.М., 1974, с. 10]. Этот принцип лег в основу советской эргономики, которая под таким названием ведет свое начало с 1969 г., когда был создан ВНИИ технической эстетики с отделом эргономики.

Сам термин «эргономика» (от греческих слов *ergon* – работа и *nomos* – закон) появился в 1949 г. в Великобритании. Исторические предпосылки появления и этапы эргономики рассмотрены в работах Г.М. Зараковского и соавт. (1974) и В.П. Зинченко и В.М. Мунипова (1979). В авиационной медицине эргономическое направление фактически начало развитие с 1926 г., когда Н.М. Добротворский как руководитель Центральной психофизиологической лаборатории Воздушного флота поставил задачу комплексного использования всех данных о человеке в целях не только обеспечения хорошего здоровья и высоких психологических качеств летного состава, но и проектирования удобной кабины самолета, и совершенствования летной подготовки. Тогда эта задача могла быть реализована лишь в небольшой степени. В настоящее время авиационная эргономика как специальное направление в авиационной медицине, возникшее на стыке с техническими дисциплинами, прочно вошло в жизнь.

Специфической чертой этого направления является системность, понимаемая и реализуемая в трех направлениях.

Первое направление – человек и его деятельность – рассматривается как ведущий компонент системы «человек – машина – предмет труда – среда».

Второе направление – человек рассматривается в единстве как личность и как организм во взаимосвязи всех психологических и физиологических процессов и анатомических свойств, лежащих в основе деятельности и приспособления к окружающей среде.

Третье направление – практическая работа по учету характеристик человека при разработке и эксплуатации авиационной техники рассматривается как организационная система, охватывающая все стадии жизни этой техники, начиная с замысла и кончая практическим использованием в различных народнохозяйственных и других целях.

Системообразующий фактор для всех трех направлений один – достижение необходимого уровня эффективности эксплуатации авиационной техники по критериям ее назначения (регулярность и безопасность полетов, экономичность и т. п.) при условии сохранения здоровья и максимального удовлетворения потребностей эксплуатирующих ее людей, как авиационных специалистов, т.е. членов экипажей, авиадиспетчеров, техников и т.д., так и пассажиров и других соприкасающихся с авиационной техникой лиц.

Центральным для эргономики является понятие деятельности человека. Взяв за основу общее определение деятельности, приведенное в Большой Советской Энциклопедии (1970, т. 8, с. 528), можно сказать, что деятельность есть специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет адекватное отражение в сознании – подсознании и целесообразное преобразование этого мира на основе освоения и развития наличных форм культуры. Процесс деятельности представляет собой определенную, логически обеспеченную, обусловленную и физиологически развернутую во времени и пространстве совокупность действий, ведущих к достижению цели деятельности. Поскольку действия осуществляются через посредство орудий труда, то под процессом деятельности понимается вся та часть функционирования системы человек – машина (СЧМ), которая представляет собой не только изолированные действия человека, но и совместные с машиной технологические операции.

Процесс деятельности осуществляется в том числе с помощью информационных и энергетических средств, которые подразделяют на внешние и внутренние средства. Они диалектически связаны между собой. Внешними средствами, посредством которых производятся энергетические преобразования, являются органы управления машиной или механические инструменты. Внутренними энергетическими средствами являются органы движений человека, осуществляющего силовое воздействие на предметы труда. Из этих определений видно, в чем специфика эргономики по сравнению, с одной стороны, с механикой, техникой, а с другой – с физиологией и биологией. Эргономику не интересует вопрос, из какого материала, на каком механическом

принципе построен рычаг или другой орган управления, не интересуется и вопрос о физиологической природе сокращения мышц. Она занимается законами информационных и энергетических преобразований, выполняемых человеком посредством орудий труда в целях изменения предмета труда или в целях передачи в машину определенных команд.

С информационными средствами дело обстоит аналогичным образом. Внешними средствами являются сигналы, коды, слова, индикационные части приборов, естественные признаки предметов и явлений и т.д., но отнюдь не физические носители этих сигналов, кодов и т.д. Внутренними информационными средствами являются психические образы, энграммы, смыслы и т.п., но не физиологические или биохимические процессы, лежащие в основе ощущений или памяти.

Таким образом, процесс деятельности, которым занимается эргономика, включает в себя внешние и внутренние информационные и энергетические средства, а также способы, алгоритмы, процедуры и в целом «технологии» достижения человеком трудовых целей в системах класса человек – машина.

Условия деятельности представляют собой физические, химические, биологические и психологические (включая эстетические) характеристики среды на рабочем месте, организационные параметры деятельности, а также психологические характеристики взаимодействия специалистов в группе, существенно влияющие на их работоспособность. Та часть условий деятельности, которая относится к характеристикам среды на рабочем месте, объединяется понятием «обитаемость». Обитаемость может относиться не только к рабочим местам, но и к местам отдыха, быта, к производственным и другим помещениям. К организационным параметрам деятельности относятся: режимы труда и отдыха, темп деятельности и т.п.

Вопросы для дискуссий

1. В чем заключаются основные психологические и технические составляющие эргономики?
2. В чем заключается психосоматический статус работающего человека?
3. Каковы критерии эргономической оценки?

Тема 11.

Методы исследования эргономичности рабочего пространства

Учет эргономических факторов на стадиях разработки СЧМ // Введение в эргономику / под ред. В.П. Зинченко. – М. : Радио, 1974, с. 265–272

Накопленный к настоящему времени опыт участия специалистов по эргономике и инженерной психологии в разработке СЧМ позволяет считать, что эргономическое проектирование, заключающееся в рациональном учете эргономических факторов при создании СЧМ, представляет собой не самостоятельный этап, а входит обязательным элементом во все стадии разработки СЧМ.

Деятельность эргономистов простирается от логического анализа чертежей и лабораторных экспериментов до исследований СЧМ на испытаниях и в процессе эксплуатации серийных систем; от субъективных, трудно поддающихся количественному представлению суждений до строго экспериментальных и математически обоснованных методов.

Учет эргономических факторов необходим при:

- определении места человека-оператора в создаваемой СЧМ;
- распределении функций между человеком-оператором и машиной и внутри коллектива операторов;
- разработке внешних средств деятельности и внутренних способов её реализации алгоритма деятельности, приемов принятия решений, формирования навыка;
- формировании производственной среды;
- обосновании средств и методов подготовки;
- обосновании показателей и оценке качества деятельности человека-оператора и эффективности системы.

Смысл и существо процесса проектирования состоит в ряде последовательных приближений, содержащих непрерывную проверку соответствия результатов разработки поставленным требованиям. Каждая задача, решаемая в процессе проектирования, детализируется, уточняется, корректируется и дополняется при последовательном переходе от одного этапа работ к другому. Процесс проектирования в этом смысле представляет собой многопетлевую структуру с обратными связями и гибкой привязкой решаемых задач к стадиям проектирования. Конкретные характеристики звеньев (подсистем) СЧМ выбираются на основе анализа:

- задач, стоящих перед СЧМ, способов их решения и количественных значений показателей эффективности;
- ограничений по расходу ресурсов при создании и эксплуатации СЧМ;
- возможного уровня централизации решения задач и взаимоподчиненности звеньев в процессе их решения;
- возможных вариантов распределения задач между звеньями (подсистемами) СЧМ;
- параметров информационных потоков между звеньями;
- внешних условий, в которых будут работать операторы.

Выбранные и обоснованные таким образом решения анализируются с точки зрения возможностей технической реализации требуемых информационных процессов, обеспечивающих выполнение системой заданных функций. Эта работа сопровождается предварительной оценкой эффективности СЧМ с учетом надежности аппаратуры и экономических показателей.

В настоящее время в практике создания СЧМ сложился определенный порядок, предусматривающий стадии: разработки технического предложения; эскизного проекта; технического проекта; разработки, выпуска и корректировки конструкторской (рабочей) документации, включающий этап испытаний различного уровня. Этот порядок закреплен юридически в ГОСТ ЕСКД и отражает как логику инженерного мышления, так и циклический процесс разработки СЧМ.

Рассмотрим последовательность учета эргономических требований на стадиях разработки систем <...>.

Стадия разработки технического задания (ТЗ): Исходными материалами для составления ТЗ на любую систему являются:

- результаты анализа возникших потребностей в создании системы;
- данные по эксплуатации систем-предшественников и систем-аналогов, т.е. систем, решающих сходные задачи или использующих сходные принципы функционирования, но предназначенных для других целей;
- результаты поисковых научных исследований (НИР) и опытных конструкторских работ (ОКР), а также сведения из литературных источников, характеризующие пути дальнейшего развития (усовершенствование) систем;
- результаты анализа динамики и предполагаемого развития тех объектов (предметов труда), для воздействия на которые предназначена разрабатываемая СЧМ;
- сведения по общему техническому развитию головной и взаимодействующих отраслей промышленности.

Используя перечисленные данные, формулируют цели и задачи, возлагаемые на систему, и определяют условия ее применения. Анализ поставленных задач позволяет определить необходимые для их выполнения характеристики системы.

Участие эргономиста в разработке ТЗ ограничено, но оно имеет большое значение. Анализируя перечисленные исходные материалы, характеристики будущей системы, а также условия, в которых предполагается ее эксплуатация, эргономист определяет:

- принципиальную необходимость и возможность участия человека в работе системы;
- основные виды, работы, которые могут и должны быть возложены на человека;
- условия и факторы, которые могут воздействовать на человека в процессе эксплуатации СЧМ;
- основные требования к операторам.

Используя перечисленные данные, эргономист участвует в разработке требований к: уровню автоматизации системы; организации средств взаимодействия операторов с машинной частью системы; техническим средствам подготовки; условиям обитаемости; уровню стандартизации и унификации средств, связанных с деятельностью человека.

Исходя из обоснованного уровня автоматизации и предполагаемой длительности непрерывной работы СЧМ, указанной в ТЗ, эргономист разрабатывает рекомендации по ориентировочному количеству личного состава, необходимого для эксплуатации системы.

При обосновании требований к организации средств взаимодействия эргономист определяет характер и сложность деятельности операторов, эксплуатирующих систему, и требуемый уровень обобщения информационной модели. Эргономические требования к техническим средствам подготовки задаются на основании предполагаемого метода подготовки, определяемого характером и сложностью операторской деятельности.

Наиболее детально эргономист анализирует условия, в которых будет работать человек. В том случае, когда требуемые условия по техническим или экономическим соображениям не могут быть реализованы, эргономист обязан обосновать ограничения к техническим средствам и деятельности оператора, позволяющие исключить вредные воздействия внешних условий на организм и результаты труда оператора.

Используя полученные данные, эргономист делает выводы о правильности учета возможностей человека при обосновании технического задания к системе.

Стадия разработки технического предложения (ТП) [Требования к выполнению технического предложения изложены в ГОСТ 2.118-73.]

Исходным материалом для работы эргономиста на этой стадии являются: требования, изложенные в ТЗ на систему; отчетные материалы по эксплуатации ранее созданных аналогичных систем; результаты поисковых НИР и ОКР; различные варианты возможных структур системы, предложенные конструктором.

Основной формой работы на этой стадии являются НИР и ОКР, направленные на решение ряда вопросов, принципиально уже известных, но не доведенных до конкретного использования.

В результате анализа исходных материалов и результатов, проведенных НИР и ОКР, эргономист представляет данные, позволяющие оценить предложенные варианты решений системы с точки зрения учета в них возможностей человека-оператора, проводит предварительное распределение функций между операторами и машиной, определяет перечень функций, выполняемых человеком, уточняет нужное количество операторов для эксплуатации системы, методы и средства их подготовки, а также участвует в компоновке рабочих мест операторов. Одновременно с этим специалист по эргономике проверяет соответствие вариантов системы требованиям техники безопасности и производственной санитарии, участвует в оценке ее эффективности.

Стадия разработки эскизного проекта (ЭП) [Требования к выполнению эскизного проекта изложены ГОСТ 2.119-73]. Главной задачей эргономиста на этой стадии является разработка структуры деятельности оператора. Для этого в первую очередь распределяются функции между операторами и машиной, определяется характер деятельности и функциональные обязанности каждого оператора и составляются примерные алгоритмы их работы.

В результате анализа функций, выполняемых системой, разрабатывается эргономическое обоснование принципиальных конструктивных решений следующих элементов системы:

- средств обеспечения жизнедеятельности операторов и защиты их от действия неблагоприятных факторов внешней среды;
- информационных моделей (какую информацию следует выдавать оператору, в каком виде, с какой дискретностью и т.д.);
- рабочих мест операторов, в том числе средств согласования входов и выходов технических устройств с возможностями человека;
- средств контроля состояния оператора.

Исходным материалом для работ на этой стадии является ТП на систему, эргономические требования, материалы изучения систем-аналогов и результаты ранее выполненных НИР.

Основная форма работы на стадии ЭП–проведение анализа и обобщение уже имеющихся данных. НИР и ОКР на этой стадии проводятся лишь тогда, когда при разработке эскизного проекта выясняется, что принципиальное решение конструктора предусматривает появление некоторых новых факторов, наличие которых не было предусмотрено техническим заданием. Например, при разработке одного из транспортных средств конструктор ввел гидротормоза, что привело к появлению в системе не предусмотренных ранее ускорений. Это обстоятельство потребовало проведения дополнительной НИР по обоснованию необходимых средств амортизации и выбору наиболее приемлемых из них.

Полученные на этом этапе данные позволяют оценить временную загрузку операторов и темповую напряженность их деятельности, а также уточнить эффективность и эргономичность разрабатываемой системы.

Стадия разработки технического проекта (ТПр) [Требования к выполнению технического проекта изложены в ГОСТ 2.120–73]. На этой стадии принимаются окончательные технические решения, дающие полное представление о разрабатываемой системе. Эта стадия является наиболее трудоемкой и сложной, так как в процессе разработки ТПр детально и конкретно решаются задачи учета эргономических факторов, описанных выше ТПр является последней стадией, в которой метод поиска и свободного экспериментирования является допустимым.

Здесь основной задачей учета эргономических факторов является отработка конкретных решений по отдельным элементам системы, с которыми будет взаимодействовать человек.

На стадии ТПр эргономист окончательно уточняет структуру и алгоритмы деятельности операторов, их временную загрузку и напряженность работы, состав и организацию информационных моделей, конструкции рабочих мест, средств обеспечения условий обитаемости и т.д.

В процессе технического проектирования эргономист осуществляет детальную профессиографию операторской деятельности, разрабатывает требования к операторам, уточняет методы их подготовки и определяет необходимость профессионального отбора отдельных операторов данной системы. Кроме того, эргономист участвует в создании технических средств подготовки, обеспечения безопасности труда, контроля состояния оператора и в разработке предложений по технической эстетике.

При необходимости эргономист может потребовать изготовления специальных макетов для проведения необходимых психофизиологических исследований, что определено ГОСТами 2.118-73, 2.119-73 и 2.120-73.

Как правило, не все эргономические рекомендации могут быть выполнены в ходе разработки системы. Часть технических решений по различным обстоятельствам может противоречить требованиям эргономики. В таких случаях необходимо находить компромиссное решение с оценкой возможного снижения эффективности системы из-за неучета тех или иных требований.

Основными исходными материалами для работы эргономиста на этой стадии являются: документация по частным конструкторским решениям, проекты рабочих чертежей и эксплуатационной документации, результаты НИР и ОКР, проведенных на предыдущих стадиях. Основные формы работы – психофизиологический анализ деятельности операторов и частные испытания на макетах.

Стадия разработки рабочей документации. В процессе разработки документации, предназначенной для изготовления опытного образца (опытной серии), реализуются конкретные решения по учету эргономических факторов в части, касающейся эксплуатации и ремонта системы. Поэтому серьезное внимание эргономист должен уделять также и разработке эксплуатационных и ремонтных документов, где определяется организация будущей деятельности операторов по управлению, техническому обслуживанию и ремонту системы.

На этапе изготовления опытного образца эргономисты оценивают и корректируют принятые ранее решения. На этом этапе появляется возможность организации контроля состояния оператора как по выходным показателям его деятельности, так и по характеристикам состояния его базовых функций. Результаты такого контроля позволяют оценить приемлемость конструкторских решений, возможности операторов по управлению создаваемой системой, разработать рекомендации по организации психофизиологического отбора и подготовки операторов, режимов труда и некоторых форм социального обеспечения операторов.

На всех этапах испытаний (заводских, совместных, государственных и т.д.) эргономисты оценивают степень соответствия системы эргономическим требованиям и при необходимости разрабатывают рекомендации по корректировке конструкторской документации-опытного образца.

По результатам испытаний оценивается эффективность и эргономичность системы. При оценке эффективности системы задача эргономиста состоит в обеспечении лиц, занимающихся такой оценкой, исходными данными о качестве деятельности операторов в конкретных условиях.

Примеры исследования удобства и дискомфорта рабочей позы // Практикум по инженерной психологии и эргономике / Под ред. Ю.К. Стрелкова. – М. : Издательский центр «Академия», 2003, с. 326–331

Морфологические исследования удобства рабочей позы.
Вертикальное положение тела более естественно для человека по сравнению с положением сидя и поддерживается, кроме всего прочего, такими анатомическими образованиями, как изгибы позвоночного столба и наклонно расположенным тазом (угол наклона таза), сложившимися филогенетически как приспособление к сохранению устойчивости тела. В положении же сидя на плоском сиденье без опоры на спинку позвоночный столб принимает форму сплошной дуги, а угол на-

клона таза приближается к 10° , тогда как в положении стоя он равняется $35\text{--}45^\circ$.

Применение метода антропометрии позволяет объективно зафиксировать соматические изменения во взаиморасположении позвоночного столба и таза при использовании испытуемым сидений с различными угловыми параметрами. Так, были прослежены изменения угла наклона таза (метод гониометрии) и глубины грудного и поясничного изгибов позвоночного столба (метод контурографии) в положении стоя и в положении сидя на плоском сиденье и на сиденье с различными углами наклона (положительными и отрицательными). При этом следует уточнить, что когда говорится о положительном угле наклона, имеется в виду не наклон всей поверхности сиденья вперед, а только приподнятость задней ее трети на определенный угол (рис. 10.6). Для экспериментов использовали деревянные клинья с углами наклона $+3^\circ$, $+5^\circ$, $+8^\circ$, $+10^\circ$, $+15^\circ$, которые укладывались поочередно на заднюю треть плоского сиденья, покрытого тканью. Кроме того, испытуемый сидел на сиденье с отрицательными углами наклон

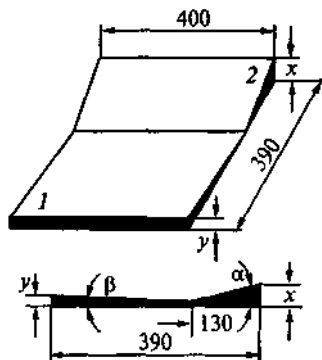


Рис. 1. Передний и задний клинья, создающие профиль сиденья: 1 – передний клин; 2 – задний клин; x – высота заднего клина; y – высота переднего клина; $\angle\alpha = +5^\circ, +8^\circ, +10^\circ, +15^\circ$; $\angle\beta = +1^\circ, +2^\circ, +3^\circ, +4^\circ, +5^\circ$; ширина сиденья – 400 мм; глубина сиденья – 390 мм

(вся плоскость сиденья повернута назад), которые задавались поочередно: -5° , -8° , -10° . Угол наклона таза измеряли по методу Ш.Я. Микеладзе с помощью большого толстотного циркуля с приставным гониометром. Для зарисовки формы позвоночного столба использовали палочковый контурограф. Высоту поясничных позвонков над сиденьем измеряли антропометром. За исходную была взята глубина грудного и поясничного изгибов в положении сидя на плоском сиденье. По сравнению с положением стоя глубина грудного изгиба в положении сидя уменьшается в 1,3 раза, глубина поясничного изгиба – в 2 раза (табл. 1).

Поясничный изгиб значительно подвижнее грудного, он тесно связан с углом наклона таза и более отчетливо реагирует на изменение позы (рис. 1). По мере увеличения угла наклона заднего клина поясничный изгиб начинает понемногу увеличиваться с угла $+5^\circ$ (на 3 мм). Наибольшей величины глубина изгиба достигает при $+10^\circ$ (почти на 10 мм), а затем опять уменьшается.

При отрицательных углах поясничный изгиб уменьшается, иногда при обретая отрицательное значение, т.е. из изгиба выпуклостью впе ред переходит в изгиб выпуклостью назад. При этом вся спина приобретает дугообразную форму.

Таблица 1

Изменения глубины изгибов позвоночного столба и угла наклона таза при разных углах наклона сиденья

Угол наклона сиденья	Глубина грудного изгиба, мм	Глубина поясничного изгиба, мм	Угол наклона таза, град
Положение стоя	33,81	7,76	40,80
Положение сидя			
0°	25,62	3,13	10,60
+3°	26,88	3,07	14,04
+5°	26,06	3,40	16,52
+8°	25,81	3,82	18,16
+10°	25,69	4,06	20,20
+15°	25,47	3,19	21,20
-5°	24,70	2,33	0
-8°	22,85	2,56	0
-10°	22,56	2,58	0

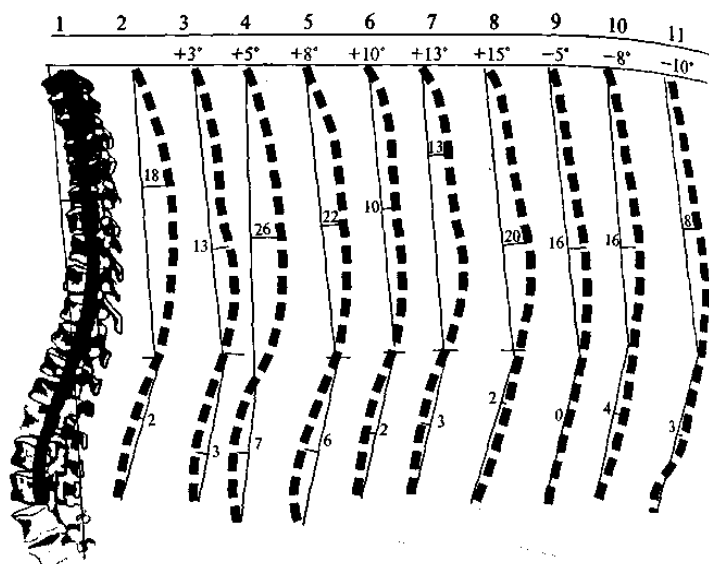


Рис. 2. Изменение глубины грудного кифоза
и поясничного лордоза

в положении стоя (1) и в положении сидья:
2 – плоское сиденье; 3 – 8 – положительные углы наклона задней
трети поверхности сиденья; 9–11 – вся поверхность сиденья
наклонена назад на углы -5° , -8° , -10°

Угол наклона таза при переходе из положения стоя ($40,8^\circ$) в положение сидья на плоском сиденье резко уменьшается ($12,0^\circ$). При положительном увеличении угла наклона сиденья угол на клона таза увеличивается, но лишь до некоторого предела (см. табл. 1). При заднем клине $+10^\circ$ этот угол равен $20,2^\circ$. Дальнейшее увеличение угла наклона сиденья не способствует увеличению угла наклона таза и вызывает сползание тела человека с сиденья. Следовательно, таз имеет благоприятный угол наклона в положении человека, сидящего на сиденье с положительным углом наклона $+10^\circ$. Остистые отростки поясничных позвонков, по которым определяется проекция последних, находятся друг от друга в среднем на расстоянии 30 мм (табл. 2).

Таблица 2

Высота поясничных позвонков над сиденьем

Позвонки	Высота позвонков над сиденьем, мм	
	X	S
I	30,54	1,13
II	27,67	1,16
III	23,43	1,00
IV	20,06	0,60
V	17,24	0,29

Наиболее глубокая часть поясничного изгиба в большинстве случаев находится на уровне III поясничного позвонка, который располагается на высоте 23,43 мм над сиденьем.

Проведенные исследования подтвердили предположение о том, что при положительном угле наклона задней части сиденья позвоночный столб, таз, а следовательно, и находящиеся в нем органы имеют наиболее благоприятное положение, близкое к естественному. Наиболее оптимальным углом наклона сиденья для относительно нормального положения позвоночного столба является угол $+10^\circ$ (при глубине сиденья 400 мм).

Психологические исследования удобства рабочей позы. Найденные величины разностных порогов мышечно-суставной чувствительности, а также выявленные условия проведения экспериментов позволили в дальнейшем применить метод субъективного шкалирования для оценки степени удобства рабочей позы в зависимости от величины конструктивных параметров рабочего места и их соотношения. Иными словами, определить функциональное состояние опорно-двигательного аппарата или степень выраженности соматического комфорта в зависимости от высоты рабочей поверхности и ее соотношения с высотой сиденья, элементов, в наибольшей степени обеспечивающих стабильность позы и ее произвольное поддержание. Для адаптации метода субъективного Шкалирования к решению поставленных задач также проводился сравнительный анализ различных условий эксперимента и экспериментальных процедур. Сравнивали оце-

ночные шкалы. Определяли зависимость данных от пола и роста испытуемых, время оценки, влияние локального утомления на результаты оценки.

Испытуемые (90 человек) были разделены на группы по полу (49 женщин и 41 мужчина) и росту (низкий, средний, высокий), Каждому испытуемому предлагалось оценить словами «удобно» или «Неудобно» высоты стола, изменяющиеся через каждые 10 мм от 680 до 760 мм и обратно от 760 до 680 мм. В предварительных экспериментах на 10 испытуемых было установлено, что высоты ниже 680 мм и выше 760 мм почти всегда оцениваются как не удобные, поэтому эти высоты были исключены из эксперимента. Убывающий ряд высоты столов был предложен для того, чтобы определить влияние общего утомления, наступающего при длительном эксперименте (2 ч).

Интервал изменения предлагаемых высот - 10 мм - выбран на основе данных, полученных при определении дифференциальных порогов различения высоты рабочей поверхности как верхний предел этой величины ($M = 8 + 2$ мм), с целью сокращения продолжительности эксперимента и удобства смены параметров стенда

Исследования проведены в два этапа. На первом этапе оценивали влияние на функциональное состояние сомы различной высоты рабочей поверхности при постоянной стандартной высоте сиденья (440 мм). На втором этапе испытуемому предлагалась комфортная высота сиденья, т.е. соответствующая длине его голени («высота подколенного угла над полом»), и к ней он должен был подобрать соответствующую высоту стола.

Испытуемый сидел, наклонившись вперед и положив руки на стол; ноги были согнуты в коленных суставах под прямым углом. Спинкой стула испытуемый не пользовался. В процессе оценки каждой высоты испытуемому предлагалось на листе шершавой бумаги жестким карандашом, не прерываясь и как можно быстро, писать цифру «1» до появления сильной усталости, почти боли в руке. После этого испытуемый должен был опустить руку вниз, расслабиться и отдыхать

до тех пор, пока не исчезнет это ощущение. Экспериментатор фиксировал длительность написания цифр до момента появления усталости при каждой высоте стола и время, необходимое для отдыха руки после написания цифр.

В начале эксперимента испытуемые тренировались на обнаружение ощущения усталости в руке до тех пор, пока данные при той же самой высоте не совпадали 3 раза подряд. Одни испытуемые обнаруживали появившуюся усталость в кисти, другие в предплечье. В случаях, когда испытуемый сомневался в оценке, ему предлагали повторно сравнить несколько предыдущих или последующих высот.

Результаты эксперимента.

1. При постоянной высоте стула 440 мм наиболее удобными оказались высоты стола 700–710–720 мм как для женщин, так и для мужчин. Высота стола 710 мм получила наибольший процент положительных оценок (91,8%).

2. Получена зависимость между высотой стола и высотой сиденья. Расстояние от поверхности сиденья (высота 440 мм) до поверхности столов, оцененных как «удобные», всегда одинакова – 270–280 мм.

3. При изменяемой высоте стула, соответствующей длине ног испытуемых, удобными оказались различные высоты столов. При вычитании из каждой высоты стола, оцененной как удобной, индивидуальной высоты сиденья, было получено 270–280 мм, т.е. то же, что и при постоянной высоте стула. Эти данные свидетельствуют о том, что размеры тела человека (длина корпуса, ноги, голени и т.п.) связаны с высотой рабочей поверхности опосредованно через высоту сиденья.

4. Прямой зависимости между ростом испытуемых и высотой стола не установлено.

5. Продолжительность работы до появления усталости в предплечье больше за столами «удобной» высоты и за неудобными низкими столами (680–690 мм), чем при работе за «неудобными» высокими столами (740–750–760 мм).

6. Продолжительность выполнения работы до наступления усталости у мужчин больше, чем у женщин.

7. Вызов локального, быстро наступающего утомления (не более 30–60 с) и фиксация времени, требуемого на отдых для его исчезновения, является эффективным дополнением к процедуре оценки удобства. При этом уменьшается длительность эксперимента и снижается общее утомление испытуемого.

Барабанщиков В.А., Носуленко В.Н. Оценка характеристик электронных персональных органайзеров // Системность. Восприятие. Общение – М. : Институт психологии РАН, 2004, с. 328–336

В ряде практических задач возникает необходимость оценки различных устройств сходного назначения для выбора наиболее соответствующего определенным целям применения. Здесь будет рассмотрен пример исследования, в котором сравнивались разные типы персональных органайзеров (PDA – Personal Digital Assistant). Главная цель исследования заключалась в определении специфики использования разных типов органайзеров в условиях организационно-интеллектуальной деятельности. Другая цель связывалась с выявлением проблем, с которыми сталкивались пользователи в зависимости от решаемых ими задач. В сравнительном эксперименте сравнивались два карманных органайзера (iPaq и Palm) и портативный персональный компьютер.

В данном примере будут обсуждаться некоторые результаты, полученные на пяти испытуемых, которые работают в одном учреждении и ежедневно используют все три типа устройств. Их применение касалось как индивидуальной деятельности (например, поиск информации в Интернете), так и совместной (планирование совещаний, обмен информацией по совместному проекту, заметки во время беседы и т. п.).

Каждый испытуемый тестировал собственные органайзеры, которые он имел в личном пользовании в течение не менее шести месяцев. Устройства были сконфигурированы по усмотрению пользователя и обеспечивали одинаковые функ-

ции для достижения целей, поставленных условиями эксперимента: (1) спланировать встречу с партнером, (2) найти конкретный адрес в адресной книге, (3) ввести новую информацию в адресную книгу, (4) проверить электронную почту, составить и отправить по заданному адресу сообщение и (5) найти по Интернету адреса конкретного магазина. Анализ должен был показать, в решение каких задач выливается достижение заданных целей в условиях использования каждого из устройств и, следовательно, какие действия и операции реализуются при выполнении этих задач. Одновременно проводилась оценка испытываемыми используемых устройств, их функций, а также осуществляемых действий и операций.

Действия испытываемых и их комментарии записывались на цифровую видеокамеру. Другая видеокамера записывала экраны тестируемых устройств.

Первая группа данных касается информации, необходимой для выявления представлений испытываемого о работе устройства, сформированных в процессе его эксплуатации. Полученные вербализации группировались по отношению к составляющим выполняемой деятельности. Они соотносились с действиями и операциями, зарегистрированными в ходе выполнения конкретной задачи. По комментариям испытываемых в действиях выделялись фазы *планирования, исполнения, контроля-оценки и коррекции*. При анализе восприятия различных элементов устройства вербализации позволяют выделить другие фазы: *антиципация, идентификация, оценка и коррекция*. Особый интерес для анализа представляли вопросы планирования операций и антиципации происходящего на экране. Для этого испытываемых просили комментировать не только выполняемые действия, но также описывать предполагаемые манипуляции и ожидаемую в связи с этим реакцию системы.

Вторая группа данных связана с оценкой самого устройства или его элементов, а также с оценкой выполняемых в процессе решения каждой задачи манипуляций. Для этого испытываемых просили описывать влук достоинства и недостатки системы в конкретной задаче. Их просили затем оце-

нить по шкале 0–10 важность каждой функции устройства по отношению ко всему набору предлагаемых функций. Испытуемые должны были также аргументировать свои оценки. Эти данные позволяли сравнивать различные функции с точки зрения их значимости и в связи с проблемами, возникающими при использовании конкретного устройства.

Третья группа данных объединяет информацию о сравнении трех устройств. После каждой задачи, выполненной на трех системах, испытуемого просили описать сходство и различие между ними. Он должен был также выбрать и аргументировать предпочтение в каждой паре сравниваемых устройств при выполнении конкретной задачи.

Для разных испытуемых эксперимент длился от 1 часа 30 минут до 2 часов 30 минут. Вся получаемая в эксперименте информация группировалась в единой базе данных для последующего интегрального анализа. Этот анализ заключался в установлении связи между данными внешнего наблюдения за использованием устройств (видеозаписи) и данными об оценках испытуемых (вербализации). Последние касались одновременно как операций, выполняемых в процессе работы, так и характеристик тестируемого устройства.

При кодировании видеозаписей сначала выделялись фрагменты, которые позволяли идентифицировать конкретную операцию при выполнении некоторой задачи (например, щелкнуть мышкой по иконе, переместить окно, написать адрес и т.п.). Средняя длительность такого фрагмента (время между началом операции и соответствующей реакцией системы) была равна 6,4 секунды. Затем для каждого фрагмента определялась связанная с ним информация о типе задачи и операции, об объекте, на который направлена операция (икона, связка, меню, текст и т.д.), об используемом средстве (карандаш, клавиатура, мышка и т.п.), а также о реакции системы (появление окна, запуск приложения, загрузка информации и т.д.).

Параллельно с кодированием видеозаписей систематизировались и кодировались данные вербализаций. Этот анализ выявляет оценки пользователем выполненных операций и

оценки воспринятых им характеристик устройства. Для каждого типа вербальных оценок устанавливалось соответствие с информацией, выявленной из анализа видеозаписей.

Статистический анализ видеозаписей состоит в расчете частот выполнения разных операций в различных задачах, их последовательности, длительности и т.п. Этот анализ направлен на определение основных параметров устройства, доступных при данном типе наблюдения.

<...> Для описываемого исследования специфика анализа заключалась в разделении двух видов сравнения: сравнение в рамках отдельного использования каждого из устройств (оценка относительно разных функций устройства в их общем контексте – аджэнда, почта, Web и т. п.) и сравнение различных устройств интегрально и по отношению к одинаковым задачам (например, сравнительная оценка органайзеров в задаче электронной почты).

Ниже представлены только некоторые примеры результатов анализа данных наблюдения и оценок пользователей. В связи с ограничениями конфиденциальности тестируемые устройства обозначены буквами «А», «В» и «С».

Сравнение планируемых и реализованных операций

В первую очередь речь идет о сопоставлении данных о планировании операций в некоторой задаче с данными о реальном ее выполнении. Действительно ли испытуемый делает то, что говорит? Соответствует ли его представление об объекте практике его использования?

Для опытного пользователя основные этапы реализации задачи могут быть достаточно четко определены: он хорошо знает конкретное устройство и, следовательно, может легко предвидеть, как достичь требуемой цели в условиях его применения. Другими словами, он может планировать операции, необходимые для решения задачи. Напротив, все проблемы, возникающие при выполнении запланированной операции, могут рассматриваться как возникновение отдельной задачи, непредвиденной в последовательности практически автоматизированных операций.

Рассмотрим пример решения задачи «отправить электронное сообщение» при помощи устройства «В». Эта задача может быть выполнена с помощью определенной последовательности операций. Анализ вербализаций позволяет реконструировать планируемые пользователем операции. В то же время данные видеонаблюдения показывают последовательность реально выполненных операций. Анализ состоит в сравнении этих двух групп данных (Рис. 1).

Как видно на рисунке, некоторые операции в действиях пользователя не были предусмотрены. В данном случае непредвиденные операции заняли 58% общего времени выполнения задачи. Видно также, что в некоторых операциях пользователь столкнулся с проблемами, которые он также не предвидел. Например, рутинная операция по вводу адреса получателя заняла 1 минуту 46 секунд и потребовала нескольких дополнительных операций: из-за неожиданных реакций системы возникла специальная задача («ввод адреса получателя»). Подобный результат требует более детального анализа данных, как показано на рисунке 2. В некоторых случаях суть возникающих проблем может быть понята только при анализе видеозаписей в замедленном режиме.

Оценка качества системы пользователем

Практическая цель исследования, естественно, связана с интерпретацией наблюдаемых проблем. Например, в случае, представленном на рисунках 2 и 3, было обнаружено, что проблема написания адреса получателя на устройстве «В» связана прежде всего с тем, что последние месяцы данный испытуемый часто пользовался устройством «А». Сравнение этих двух устройств показало, что ввод информации при помощи карандаша гораздо легче и практичнее на экране «А» и что испытуемый пытался на устройстве «В» применить навыки, выработанные при использовании «А». Однако система распознавания знаков у «В» не позволяет такое же простое написание; в результате от пользователя потребовалось специальное усилие для того, чтобы вспомнить процедуру написания букв.



Рис. 1. Запланированные и реализованные операции в задаче «отправить электронное сообщение». Непредвиденные операции обозначены кружками. Треугольники обозначают возникновение проблем, которые привели к осознанному разбиению операции на последовательность дополнительных операций (например, в момент $t = 01:34$) (по Lahlou, Nosulenko, Samoilenko, 2002)



**Рис. 2. Операции в задаче «вести адрес получателя»
(по Lahlou, Nosulenko, Samoilenko, 2002)**

Эти результаты были сопоставлены с субъективными оценками пользователя. На рисунке 3 показаны вербальные портреты этих двух устройств при их сравнении в операции написания.

Можно заметить, что на экране устройства «А» писать гораздо естественнее; эта система не требует специальных навыков (следовательно, распознавание знаков лучше).

То, что испытуемый последнее время часто использовал эту систему, которая лучше адаптирована для написания текста, привело к потере навыков, выработанных с устройством «В». Важно отметить, что данный испытуемый был настоя-

щим экспертом по использованию последнего, и в течение двух лет написание текста на этом устройстве было для него обыденной операцией (конспектирование лекций, заметки на совещании и т.д.). Однако этот навык оказался разрушенным, как только новое устройство дало возможность более естественного (как на бумаге) письма.

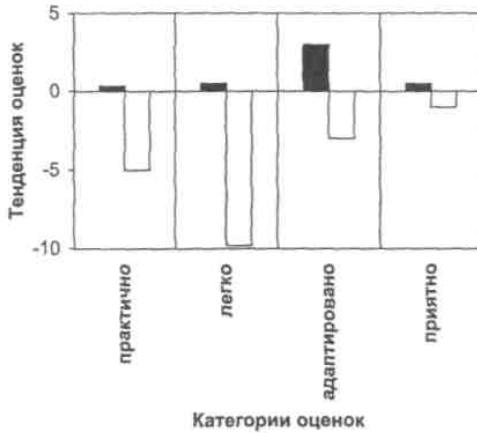


Рис. 3. Вербальные портреты устройств «А» и «В» при их использовании для написания текста (по Lahlou, Nosulenko, Samoylenko, 2002)

Практический вывод, следующий из этого анализа, заключается в предложении разработчику путей совершенствования устройства «В» в плане распознавания знаков, а также в плане организации связи между разными окнами экрана, которая в системе «А» дает меньше ошибок. В плане последовательности операций улучшение может быть связано с обеспечением реакции системы, соответствующих антиципаниям пользователя. Для этого достаточно при конструировании системы если реализация окажется дальше от технологического оптимума.

Другой пример касается анализа оценок пользователя при сравнении устройств в разных задачах. На рисунке 19 по-

казаны данные оценок в трех группах задач: «адженда», которая объединяет оценки действий с адресной книгой и по планированию встреч; «почта», заключающаяся в приеме, подготовке и отправке сообщений; «Web», связанная с поиском информации в Интернете.

Такое представление данных позволяет определить области, в которых использование того или иного устройства наиболее целесообразно. Можно констатировать, например, что устройство «В» очень эффективно в задаче «Адженда», в то время как для работы в Интернете лучше выбрать систему «С». Детальный анализ операций позволяет затем понять, как было показано в предыдущих примерах, какие особенности их реализации объясняют воспринимаемое потребительское качество сравниваемых устройств.

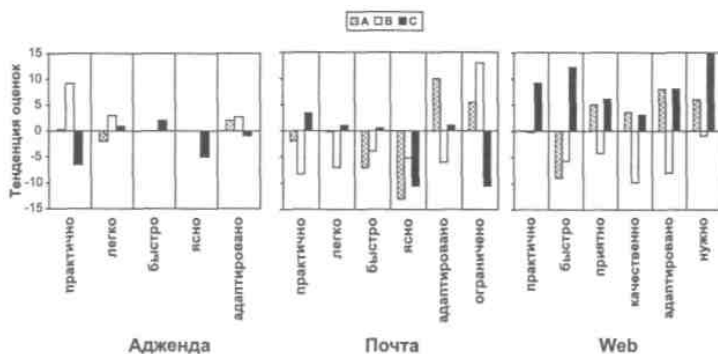


Рис. 4. Вербальные портреты устройств «А», «В» и «С» в зависимости от задач использования (по Lahlou, Nosulenko, Samoylenko, 2002)

Вопросы для дискуссий

1. Какие основные методы исследования эргономичности рабочего пространства Вы можете перечислить?
2. Каковы правила учета антропометрических данных при расчетах эргономических параметров рабочего места?
3. В каких сферах можно применять эргономические знания?

Руководство по изучению дисциплины

Дисциплина: **Инженерная психология и эргономика**

Период создания программы и ЭК дисциплины: **сентябрь 2006 – январь 2008**

Сведения о разработчиках

- Организация разработчик: **Кафедра Социологии и психологии МЭСИ**
- Автор курса дисциплины: **Манухина Светлана Юрьевна, к.психол.н., доцент кафедры Социологии и психологии МЭСИ; *alday@inbox.ru***

Описание дисциплины

Требования к входным и итоговым компетенциям (ЗУН) по дисциплине и уровень их сложности для освоения

№	Компетенции (ЗУН)	Начальный уровень ЗУН (0-4)	Итоговый уровень ЗУН (1-4)
	ВХОДНЫЕ		
1	Применение психологических терминов	2	3
2	Представление исторического хода развития психологических знаний	1	2
3	Применение психодиагностических методов и методик	2	3
4	Владение методами математической статистики	2	2
5	Представление об социально-психологических закономерностях формирования и развития группового взаимодействия	2	2
6	Представление о психофизиологических механизмах развития психики	1	2

Окончание таблицы

№	Компетенции (ЗУН)	Начальный уровень ЗУН (0-4)	Итоговый уровень ЗУН (1-4)
7	Анализ психологических концепций	2	3
8	Применение понятийного аппарата психологии труда	2	3
9	Представление об особенностях проведения трудовой экспертизы	3	3
10	Умение проектирования и построения психологического эксперимента	3	3
11	Владение азами организационной психологии	2	2
	ИТОГОВЫЕ		
12	Применение понятийного аппарата инженерной психологии и эргономики	0	2
13	Представление о месте и инженерного психолога на предприятии	0	3
14	Представление об особенностях принятия и переработки информации человеком-оператором в системе СЧМ	0	3
15	Представление о деятельности оператора в системе СЧМ	0	2
16	Представление о перцептивном опыте оператора	0	2
17	Умение выделять и классифицировать ошибки деятельности человека-оператора	0	2
18	Особенности построения проектировании и построения эргономического пространства	0	1

- Шкала уровней ЗУН:
 0 – нет навыков (очень просто)
 1 – начальный уровень (просто)
 2 – средний уровень (средне)

- 3 – уровень специалиста (сложно)
- 4 – уровень эксперта (очень сложно)

- Примеры и сферы возможного применения итоговых ЗУН по дисциплине:

Итоговые компетенции могут быть использованы в работе психолога на предприятиях и в организациях любого уровня, при проведении экспертизы и аттестационной работе на предприятии, при проектировании СЧМ, оценке эффективности рабочего пространства и др.

Перечень обязательных и рекомендуемых источников по каждой теме

Источники	Номера тем и подразделов	
	Обязательные	Рекомендуемые
Авиационная медицина. Руководство / под ред. Н.М. Рудкого, П.В. Васильева, С.А. Гозулова. – М. : Медицина, 1986	Тема 10 (с. 503-508)	
Бодров, В.А. Практикум по дифференциальной психодиагностике профессиональной пригодности / В.А. Бодров. – М. : ПЕР СЭ, 2003	Тема 8 (с. 245-253) Тема 9 (с. 199-210)	
Бодров, В.А., Орлов, В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – М. : ИП РАН, 1998		Тема 8
Введение в эргономику / под ред. В.П. Зинченко. – М. : Радио, 1974, с. 265-272	Тема 11 (с. 265-272)	
Венда, В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда. – М., 1975		Тема 5
Голиков, Ю.Я., Костин, А.Н. Описание динамики деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности : теория и методы психологического анализа / под ответ. ред. Л.Г. Дикой. – М. : Издательство ИП РАН, 1999	Тема 6 (с. 19-24)	

Источники	Номера тем и подразделов	
	Обязательные	Рекомендуемые
Голиков, Ю.Я., Костин, А.Н. Психология автоматизации управления техникой / Ю.Я. Голиков, А.Н. Костин. – М. : ИП РАН, 1996	Тема 1 (с. 8-12)	
Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М. : МГУ, 1979, с. 264–267	Тема 5 (с. 264-267)	
Инженерно-психологические проблемы АСУ : сборник статей / под ред. К.К. Грищенко, А.С. Линков, А.У. Митин. – Киев : Техника, 1975		Тема 5–9
Котик, М.А. Саморегуляция и надежность человека-оператора / М.А. Котик. – Таллин : Валгус, 1974		Тема 8
Крылов, А.А. Методология исследования по инженерной психологии. Ч. 1, 2 / А.А. Крылов. – Л. : Лениздат, 1974		Тема 2
Ломов, Б.Ф., Венда, В.Ф. Методология инженерной психологии, психологии труда и управления / Б.Ф. Ломов, И.Ф. Венда. – М. : Наука, 1981		Тема 1, 2
Малопурин, И.И. Инженерная психология : учебное пособие / И.И. Малопурин. – М., 1976		Тема 1-5
Практикум по инженерной психологии и эргономике / под ред. Ю.К. Стрелкова. – М. : Издательский центр «Академия», 2003	Тема 11 (с. 299-361)	Тема 7 (с. 254-299) Тема 9 (с. 228-254)
Пряжников, Н.С., Пряжникова, Е.Ю. Психология труда и человеческого достоинства / Н.С. Пряжников, Е.Ю. Пряжникова		Тема 1, 2

Источники	Номера тем и подразделов	
	Обязательные	Рекомендуемые
ва.- М. : Академия, 2004		
Психология труда и инженерная психология / под ред. А.А. Крылова. - М., 1979		Тема 1-5
Сейдлер, Д., Бономо, П., Руководство по эргономике / Д. Сейдлер, П. Бономо. - М., 2000		Тема 10, 11
Середа, Г.К. Инженерная психология / Г.К. Середа. - Киев : Издательское объединение «Вища школа» головное издательство, 1976	Тема 2 (с. 21-24) Тема 3 (с. 101-119) Тема 4 (с. 122-133)	
Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. - М. : Наука, 1992		Тема 2
Справочник по инженерной психологии / под ред. Б.Ф. Ломова. - М. : Машиностроение, 1982	Тема 2 (с. 17-22)	Тема 1 (с. 6-11) Тема 2 (с. 24-35) Тема 8 (с. 284-287)
Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология / Ю.К. Стрелков. - М. : Издательский центр «Академия», 2005	Тема 1 (с.3-5) Тема 7 (с.279-307)	Тема 3 (с. 153-158) Тема 4 (с. 116-126) Тема 9 (с. 197-220)
Человек и техника. Очерки по инженерной психологии / под ред. Б.Ф. Ломова. - М. : Советское радио, 1966		Тема 1, 2
Хрестоматия по инженерной психологии / под ред. Б.А. Душкова. - М. : Высшая школа, 1991		Тема 5-9

Содержание курса:

Раздел 1. Введение в инженерную психологию и эргономику.

Тема 1. Инженерная психология и эргономика как область знаний, отрасль науки и профессия

Причины возникновения инженерной психологии и эргономики. Предмет и задачи инженерной психологии и эргономики. Содержание инженерной психологии. Основные понятия инженерной психологии и эргономики. Представления о человеке-операторе в СЧМ. Место инженерной психологии и эргономики в системе научного знания. Развитие наук о трудовой деятельности.

Тема 2. Методологические и теоретические принципы инженерной психологии и эргономики.

История развития инженерной психологии и эргономики. Основные теоретические подходы. Методологические принципы инженерной психологии. Основные методы изучения деятельности человека-оператора: общая характеристика, классификация, особенности применения на практике, требования, использование системы методов при анализе деятельности операторов в СЧМ.

Раздел 2. Особенности принятия и обработки информации человеком-оператором в системе СЧМ.

Тема 3. Роль анализаторов при приеме и обработке информации.

Психические процессы при приеме и обработке информации. Анализаторы человека. Основные характеристики анализаторов. Пороговые и подпороговые величины. Общие требования к сигналам-раздражителям, адресованных к оператору. Основные факторы, влияющие на четкость восприятия и передачи информации в системе СЧМ. Применение знаний об анализаторах человека и животных при создании технических устройств.

Тема 4. Учет особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ.

Ощущения и восприятия в системе СЧМ. Понятия, специфика, особенности учета информации. Проблемы адаптации. Цветовое, слуховое, тактильно восприятие. Связь угловых и линейных размеров предметов при зрительном восприятии. Культуральный фон.

Память в системе СЧМ. Общие понятия. Виды и механизмы памяти. Иррелевантность информации. Особенности функционирования памяти в привычной привычных и непривычных условиях СЧМ.

Мышление в системе СЧМ. Оперативное мышление. Основные функции оперативного мышления: решение задач, планирование, декодирование. Структура мыслительного процесса принятия решения. Роль образа в оперативном мышлении. Отличительные особенности переработки информации человеком и вычислительной машиной.

Тема 5. Приемы принятия и обработки информации в системе СЧМ.

Преобразование информации в СЧМ. Специфика учета информации в системе СЧМ. Факторы эффективного приема и обработки информации. Системы кодирования и декодирования информации. Алфавиты: понятие, виды, формы воздействия в СЧМ. Доминирующие признаки при отображении информации. Средства отображения информации: понятия, виды, требования.

Раздел 3. Представления о трудовой деятельности в инженерной психологии.

Тема 6. Деятельность оператора в системе СЧМ

Понятие деятельности. Деятельность оператора: понятие, основные цели, задачи, компоненты. Процессы управления в СЧМ. Классификация видов операторской деятельности: по характеру переработки информации, взаимодействия

с информационной моделью, преобладанию этапа переработки информации. Взаимодействия оператора с информационной моделью. Критерии оценки деятельности оператора.

Тема 7. Перцептивный опыт оператора.

Перцептивный опыт оператора: понятие, характеристика, структура перцептивного опыта оператора. Субъективный опыт. Идея многослойности образа мира. Свойства перцептивного мира. Способы описания перцептивного мира. Перцептивный мир летчика: внутрикабинный и внекабинный. Концептуальная и информационная модели. Перцептивный мир, действие и структура опыта.

Тема 8. Профессиональная ошибка в деятельности оператора.

Ошибка и ошибочное действие. Понятие. Основные представления. Значение изучения ошибок и ошибочных действий в инженерной психологии и эргономике. Надежность деятельности человека-оператора: понятие, критерии надежности, примеры методов расчета надежности оператора, психофизиологические основы обеспечения надежности работы человека-оператора в СЧМ. Классификация ошибок и ошибочных действий. Классификация причин ошибочных действий и способы их избегания. Приемы избеганий ошибок и ошибочных действий.

Тема 9. Специфика индивидуальной и групповой деятельности операторов в системе СЧМ

Индивидуальная и групповая деятельность: понятие, общие отличительные характеристики. Групповая деятельность в системе СЧМ. Структура деятельности и обеспечение эффективности трудового процесса в системе СЧМ. Проблемы психологической совместимости операторов. Особенности подбора и обучения операторов: методы, критерии, моделирование системы СЧМ, профессиональная готовность оператора.

Раздел 4. Основы эргономического построения рабочего пространства

Тема 10. Эргономика в структуре психологического знания.

Понятие об эргономике. Психологическая и техническая составляющие эргономики: общие и характерные черты. Современные представления об эргономике в психологии. Специфика оценки психосоматического статуса работающего человека. Понятие об эргономической оценке. Критерии эргономической оценки. Данные, необходимые для проведения эргономической оценки.

Тема 11. Методы исследования эргономичности рабочего пространства.

Методы исследования эргономичности рабочего пространства: понятие, виды, психологические особенности, формы применения. Правила учета антропометрических данных при расчетах эргономических параметров рабочего места. Методы оценки удобства и дискомфорта рабочей позы и положения сидя. Применения эргономических знаний в деятельности практического психолога.

Форумы:

1. Форум: Роль эргономики в современном обществе.

Дискуссионные вопросы:

1. Каковы тенденции развития эргономики в современном обществе?
2. Какие основные приемы и методы оценки удобства эргономического пространства вы можете перечислить?

2. Форум: Современные тенденции развития инженерной психологии

Дискуссионные вопросы:

1. Каковы современные методы диагностики и предупреждения аварийных ситуаций в операторской деятельности?
2. Принципы современной организации групповой работы операторов

Итоговый контроль

Итоговое контрольное мероприятие по дисциплине проводится в форме устного экзамена. Билет включает 2 вопроса из 57 (список вопросов см. ниже). На подготовку к устному ответу студенту дается 30 минут.

Порядок оценивания знаний студентов на экзамене:

- 1) оценка «отлично» (по 4-бальной шкале) или 25-30 баллов (по 30-ти балльной шкале) – получены полные ответы на оба вопроса билета и дан развернутый ответ на дополнительный вопрос экзаменатора из числа экзаменационных вопросов,
- 2) оценка «хорошо» (по 4-бальной шкале) или 18-24 балла (по 30-ти балльной шкале) – получены достаточно полные ответы на два вопроса, или полный ответ на один вопрос и частичный ответ на второй вопрос билета и дан краткий ответ на дополнительный ответ,
- 3) оценка «удовлетворительно» (по 4-бальной шкале) или 11-17 баллов (по 30-ти балльной шкале) – получены частичные ответы на вопросы билета и дополнительный ответ экзаменатора
- 4) оценка «неудовлетворительно» (по 4-бальной шкале) или 0 баллов (по 30-ти балльной шкале) – получены фрагменты ответов или вопросы совсем не раскрыты, на дополнительный вопрос ректора ответ не получен.

Порядок зачета баллов, набранных студентами в процессе изучения дисциплины:

№ п.п.	Порядковый номер темы, в соответствии с содержанием типовой учебной программы дисциплины (Тема №, тема №)	СКМ **		Форма ** (Э / А)		Кол-во баллов в БРС	
		Вид	Код	Очная	О-э/з	Мин.	Макс.
1.	Тема 1 – 6	Тестирование	T1	Э	Э	6	8
2.	Тема 7 – 11	Тестирование	T2	Э	Э	6	8
3.	Тема 1, Тема 2, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9	Форум	Ф2	Э	Э	6	8
4.	Тема 1 – 11	Доклад	K1	А	Э	7	10
5.	Тема 1 – 11	Реферат	K2	А	Э	10	18
Посещаемость и активность работы***						10	18
ИТОГО (кол-во баллов)						45	70

Для допуска к экзамену по дисциплине студент обязан выполнить большую часть семестровых контрольных мероприятий, предусмотренных графиком изучения дисциплины. Минимальный балл для допуска к экзамену – 45 баллов.

Студентам, набравшим за работу в семестре 67 и более баллов, предоставляется возможность выполнения дополнительного семестрового контрольного задания. В случае если задание выполняется успешно, то студент получает возможность на консультации перед экзаменом ответить на два вопроса из списка экзаменационных билетов. В случае успешного ответа преподаватель может поставить студенту оценку «отлично» («автоматом»).

Максимальное количество баллов, которое может получить студент на итоговом контрольном мероприятии (экзамене) – 30 баллов. Итоговый балл, полученный студентом за изученную и сданную дисциплину, складывается из балла, полученного за работу в семестре, и балла, полученного на экзамене.

Для отражения результатов изучения дисциплины в экзаменационной ведомости используется система перевода баллов для профильных предметов, приведенная в таблице ниже.

Таблица перевода 100-балльных оценок в 4-балльную систему

Количество набранных баллов	Итоговая оценка
90 – 100	«Отлично»
76 – 89	«Хорошо»
61 – 75	«Удовлетворительно»
45 – 60	«Неудовлетворительно»

Список вопросов для итогового мероприятия (по темам дисциплины)

Тема 1. Инженерная психология и эргономика как область знаний, отрасль науки и профессия

1. Предмет, задачи, основные области знаний инженерной психологии и эргономики.
2. Место инженерной психологии и эргономики в системе научного знания. Развитие наук о трудовой деятельности.
3. Основные представления о человеке-операторе с СЧМ

Тема 2. Методологические и теоретические принципы инженерной психологии и эргономики

1. Методологические принципы инженерной психологии.
2. Основные методы изучения деятельности человека-оператора: общая характеристика, классификация, особенности применения на практике
3. Основные требования к применению методов инженерной психологии. Использование системы методов при анализе деятельности операторов СЧМ.

Тема 3. Роль анализаторов при приеме и обработке информации

1. Роль анализатор при приеме и обработке информации
2. Основные факторы, влияющие на четкость восприятия и передачи информации в системе ЧСМ.
3. Применение знаний об анализаторах человека и животных при создании технических устройств.

Тема 4. Учет особенностей функционирования психических процессов при проектировании СЧМ

1. Ощущения и восприятия в системе СЧМ.
2. Память в системе СЧМ.
3. Мышление в системе СЧМ.

Тема 5. Приемы принятия и обработки информации в системе СЧМ.

1. Факторы эффективного приема и обработки информации.
2. Системы кодирования и декодирования информации
3. Средства отображения информации: понятия, виды, требования.

Тема 6. Деятельность оператора в системе СЧМ

1. Деятельность оператора: понятие, основные цели, задачи, компоненты.
2. Классификация видов операторской деятельности.
3. Критерии оценки деятельности оператора.

Тема 7. Перцептивный опыт оператора.

1. Перцептивный мир в терминах инженерной психологии.
2. Перцептивный мир летчика: внутрикабинный и внекабинный.
3. Перцептивный мир, действие и структура опыта.

Тема 8. Профессиональная ошибка в деятельности оператора

1. Ошибка и ошибочное действие: понятия, отличительные характеристик, необходимость изучения.
2. Надежность деятельности человека-оператора.
3. Классификация ошибок и ошибочных действий.

Тема 9. Специфика индивидуально и групповой деятельности операторов в системе СЧМ

1. Индивидуальная и групповая деятельность: понятие, общие отличительные характеристики.
2. Структура деятельности и обеспечение эффективности трудового процесса в системе СЧМ.
3. Особенности подбора и обучения операторов.

Тема 10. Эргономика в структуре психологического знания.

1. Понятие об эргономике. Психологическая и техническая составляющие эргономики: общие и характерные черты.
2. Современные представления об эргономике в психологии.
3. Критерии эргономической оценки.

Тема 11. Методы исследования эргономичности рабочего пространства

1. Методы исследования эргономичности рабочего пространства: понятие, виды, психологические особенности, формы применения.
2. Правила учета антропометрических данных при расчетах эргономических параметров рабочего места.
3. Методы оценки удобства и дискомфорта рабочей позы и положения сидя.

Словарь

Адаптация – свойство анализаторов, заключающееся в изменении чувствительности под влиянием их приспособления к действующим раздражителям. (Ломов Б.Ф., 1982, с.15)

Дееспособность – это способность формировать целесообразную деятельность, она создает качественную сторону трудовой деятельности. (Ломов Б.Ф., 1982, с.323)

Деятельность – совокупность действий поступков человека, направленных на достижение определенных целей (Серда Г.К., 1976, с.66)

Инженерная психология – научная дисциплина, которая изучает объективные закономерности процессов информационного взаимодействия человека и техники для использования их в практике проектирования, создания и эксплуатации СЧМ. (Ломов Б.Ф., 1982, с.7)

Операторская деятельность – специфический вид трудовой деятельности, возникший на определенной ступени развития техники и производства в целом (Ломов Б.Ф., 1982, с.13)

Оперативное мышление – такой путь решения практических задач, который осуществляется на основе моделирования оператором объектов трудовой деятельности, в результате чего в данной ситуации формируется модель предполагаемой совокупности действий (план операций), обеспечивающей достижение поставленной цели (Пушкин В.Н., 1966, с.4)

Психический акт – это элемент психической деятельности оператора, вычлняемый из нее по признаку относительной однородности его психической структуры (Серда Г.К., 1976, с.69)

Работоспособность организма – это способность к психофизиологическому действию. Действие это может состоять

в превращении одного вида энергии в другой, в преобразовании объекта из одного вида в другой, в переформулировании словесного материала и т.д. (Ломов Б.Ф., 1982, с.323)

Сенсабилизация – свойство анализаторов, заключающееся в повышении чувствительности под действием различных внешних и внутренних факторов (Ломов Б.Ф., 1982, с.15)

Система «человек-машина» (СЧМ) представляет собой единое целое, где тесно связаны машинное и человеческое (человек-оператор) звенья. (Середа Г.К., 1976, с.69)

Цель трудовой деятельности оператора – поддержание процесса управления в допустимых пределах, предотвращение отклонения этого процесса от нормы (Середа, с.67)

Список ПО

При изучении дисциплины используются приложения MS Office (Power Point, Word). Специального ПО не требуется.

Практикум

Список практических заданий по курсу.

- 1) Форум (темы 1, 2, 6, 7, 8, 9)
- 2) Доклад (тема 1-11)
- 3) Реферат (темы 1-11)

Описание заданий.

1. **Форум** (темы 1, 2, 6, 7, 8, 9).

Форум выполняется студентами посредством Виртуального Кампуса МЭСИ. Преподавателем задается общая тема, которая обобщала бы темы с 1-11.

Студентам необходимо наиболее полно ответить на вопрос форума, организовав взаимодействия и обсуждения в электронной среде. Ответ должен включать в себя как теоретические аспекты, так и практические, а также обязательные ссылки (не менее двух) в тексте на авторов.

Критерии оценки проекта	Параметры и баллы			
	Обязательные параметры	Балл	Рекомендуемые параметры	Балл
1. Наличие ответа	выполнено	1	выполнено	1
2. Взаимодействие в форуме	-	0	выполнено	2
3. Наличие практических и теоретических аспектов в ответе	выполнено	2	выполнено	2
4. Наличие ссылок в ответе	2	2	выполнено	2
5. Новые оригинальные идеи	выполнено	1	выполнено	1

За форум студент может получить от 6 до 8 баллов.

2. Доклад (тема 1-14).

Доклад подготавливается и выполняется в минигруппе (2-3 человека) и представляет собой самостоятельное исследование студентами одной из актуальных психолого-педагогических проблем (список тем докладов см. в Программе). Проект должен включать теоретический и практический блок. Теоретический блок представляет собой краткое изложение содержания публикаций, научных работ, результатов изучения научной проблемы по теме проекта и включать обзор соответствующих литературных и других источников.

Доклад делается в течение 15 минут (и 5 минут на вопросы аудитории) в форме презентации. Количество слайдов презентации должно составлять не менее 15 слайдов от 20 до 24 шрифта. В тексте слайдов должны присутствовать ссылки на авторов.

Критерии оценки проекта	Параметры и баллы			
	Обязательные параметры	Балл	Рекомендуемые параметры	Балл
1. Количество слайдов	15	1	20	2
2. Использование источников	5 источников	1	10 источников	3
3. Раскрытие и полнота	выполнено	2	выполнено	2
4. Наличие теоретического и практического блоков и их взаимосвязь	выполнено	1	выполнено	1
5. Владение излагаемым материалом (оценивается по манере изложения и ответам на уточняющие вопросы)	выполнено	2	выполнено	2

За доклад студент может получить от 7 до 10 баллов.

3. Реферат (темы 1-14).

Реферат должен представлять собой краткое изложение в письменном виде и в форме публичного выступления содержания публикаций, научных работ, результатов изучения научной проблемы на определённую тему и включать обзор соответствующих литературных и других источников.

Работа выполняется индивидуально. Тема реферата согласовывается с преподавателем и закрепляется за студентом в начале семестра. Студент должен представить результат своей работы в письменном виде. Реферат сдается в напечатанном виде (количество страниц и пр. формальности см. в таблице «Критерии оценки»). Студентам рекомендуются консультации с преподавателем по всем возникающим в ходе работы вопросам.

Критерии оценки реферата	Параметры и баллы			
	Обязательные параметры	Балл	Рекомендуемые параметры	Балл
1. Количество страниц письменного варианта реферата (3000 символов на страницу)	10 стр.	2	12 стр.	3
2. Использование источников	5 источников	2	10 источников	3
4. Владение излагаемым материалом (оценивается по манере изложения и ответам на уточняющие вопросы)	выполнено	6	выполнено	12

За реферат студент может получить от 7 до 10 баллов.

Тест 1

2-е попытки прохождения теста. Система оценки: один правильный ответ – 0,5 балла. Максимально возможное количество баллов за тест 8.

1. Система «человек-машина» широко применяется:

- а. в космической и аэро- областях;
- б. в областях народного хозяйства;
- в. в социальной психологии;
- г. в научно-исследовательских областях, связанных с изучением подводного мира;
- д. все из перечисленных позиций;
- е. ни одна из перечисленных позиций;
- ж. 1, 2 и 4 ответ;
- з. 1, 2 и 3 ответы.

2. Виды операторской деятельности можно классифицировать по следующим основаниям:

- а. по характеру переработки информации;
- б. по преобладанию этапа переработки информации;
- в. по типу актов деятельности;
- г. по характеру взаимодействия с информационной моделью;
- д. верны все ответы;
- е. неверен 3 ответ;
- ж. неверен 4 ответ.

3. Определение уровня нервной напряженности возможно:

- а. в случае, когда анализируется нагрузка, предъявляемая оператором;
- б. в случае, когда оценивается реакция организма на предъявляемую информационную нагрузку;
- в. оба утверждения являются верными;
- г. ни одно из утверждений не является верным.

4. Существуют следующие основные режимы работы оператора:

- а. учебно-тренировочный, минимальный, оптимальный, экстремальный;
- б. глобальный, минимальный, оптимальный, экстремальный;
- в. учебный, оптимальный, нормальный, экстремальный.

5. К основным уровням перцептивных действий относятся:

- а. обнаружение, дифракция, интерференция, опознание;
- б. обнаружение, различение, идентификация, опознание;
- в. различение, идентификация, опознание, убеждение.

6. Осмысленность восприятия заключается в:

- а. способности субъекта отнести воспринимаемый предмет к определенному классу, мысленно назвать его, обобщить словами;
- б. способность субъекта увидеть предмета;
- в. способность субъекта проявить активные действия в отношении предмета.

7. К основным областям применения наблюдения в инженерной психологии относятся:

- а. анализ поведения одного оператора при систематическом изменении ситуации;
- б. наблюдения за реакцией одного оператора в разных ситуациях;
- в. наблюдение за поведением различных операторов в одинаковых условиях;
- г. верны все ответы;
- д. среди указанных верных ответов нет.

8. Суть теории информации заключается в следующем:

- а. теория информации – это наука, изучающая количественные закономерности, связанные с получением, обработкой, хранением и передачей информации;
- б. применение этой теории основано на отождествлении человека-оператора, передающего информацию со средств отображения на органы управления, с каналами связи;
- в. верны все ответы;
- г. среди указанных верных ответов нет.

9. Применение теории массового обслуживания для описания деятельности человека-оператора связано с:

- а. определением необходимого числа операторов, определением требований к уровню подготовленности оператора, определением допустимой плотности потока сигналов, поступающих к оператору, решением некоторых задач организации взаимодействия операторов;
- б. определением необходимого числа операторов, определением объема внимания, памяти и других психических процессов, решением некоторых задач организации взаимодействия операторов;
- в. определением группового состава операторов, определением требований к уровню подготовленности оператора, определением психологической совместимости операторов, решением некоторых задач организации взаимодействия операторов.

10. К основным методам изучения деятельности оператора в АСУ относятся:

- а. психологические, физиологические, математические;
- б. психологические, социологические, инженерные;
- в. психологические, физиологические, трудовые.

11. Основной целью психологических методов исследования в инженерной психологии является:

- а. изучение психолого-физиологических реакций организма оператора на стимулы внешней среды;
- б. выявление и анализ психологических факторов, обеспечивающих оптимизацию функций оператора;
- в. изучение социальных аспектов взаимодействия операторов АСУ.

12. Электронневрография - это:

- а. физиологический метод, связанный с изучением электрического сопротивления кожи;
- б. физиологический метод, связанный с изучением частоты и глубины дыхания;
- в. физиологический метод представляет собой способ записи движения глаз, основанный на измерении потенциала в окружающих глазную орбиту тканях.

13. Электроокулография - это:

- а. физиологический метод, связанный с изучением электрического сопротивления кожи;
- б. физиологический метод, связанный с изучением частоты и глубины дыхания;
- в. физиологический метод представляет собой способ записи движения глаз, основанный на измерении потенциала в окружающих глазную орбиту тканях.

14. К одной из основных задач инженерной психологии относятся:

- а. создать такие объективные и субъективные условия, которые бы обеспечили максимальную эффективную деятельность оператора;

- б. обеспечить максимально психологически комфортный климат в операторской среде;
- в. изучить физиологические закономерности существования системы «человек-машина»;
- г. все утверждения являются верными;
- д. ни одно из утверждений не является верным.

15. Цель трудовой деятельности оператор:

- а. взаимодействие в коллективе оператора;
- б. поддержание процесса управления в допустимых пределах, предотвращение отклонения этого процесса от нормы;
- в. работа оператора с ожидаемыми результатами в строго заданных условиях;
- г. уверенность в получении эффективного результата.

16. Машина для человека-оператора есть:

- а. элемент для подражания;
- б. орудие труда;
- в. система взаимодействия;
- г. АСУ.

Тест 2

2-е попытки прохождения теста. Система оценки: 1-н правильный ответ – 1 балл. Максимально возможное количество баллов за тест 8.

1. Перцептивный мир – это:

- а. совокупность упорядоченных предметов, удаленных друг от друга, с их промежутками, предметов меняющихся, движущихся;
- б. предметы неживой и живой природы, мимика, позы и другие пространственные характеристики;
- в. оба определения верны;
- г. оба определения неверны.

2. Перцептивный мир новичка от перцептивного мира мастера различны, поскольку:

- а. перцептивный мир формируется в опыте, объекты у мастера интегрированы в некие более полные целостности, отличающиеся особым смыслом;
- б. перцептивный мир формируется в опыте, перцептивный мир дифференцируется в зависимости от преобладания информационных структур;
- в. интеграция реальности зависит от количества людей, выстраивающих перцептивный мир.

3. Третий, поверхностный, слой перцептивного мира представляет собой:

- а. психологическое перцептивное пространство-время;
- б. модель отношения к объектам мира;
- в. надмодальная система ожиданий воздействий со стороны объектов мира.

4. Информационная модель – это:

- а. составная часть концептуальной модели;
- б. это процесс, представляющий собой вход и выход информационного модуля управления;
- в. совокупность информации об объекте управления, системе управления, среде и самом субъекте.

5. К основным функциям оперативного мышления относятся:

- а. решение задач, планирование, информирование;
- б. решение задач, планирование, декодирование;
- в. решение задач, моделирование, проектирование.

6. Структура мыслительного процесса принятия решений включает в себя следующие этапы:

- а. уяснение задачи, оценку обстановки, оформление решения;
- б. уяснение задачи, планирование, декодирование;
- в. поиск решения, планирование, информирование.

7. Работоспособность организма – это:

- а. способность к психологической активности;
- б. способность организма к психофизиологическому действию;
- в. способность к физической деятельности.

8. Период устойчивой работоспособности характеризуется:

- а. снижением напряженности физиологических функций, полученных на предыдущей стадии;
- б. высокие технико-экономические показатели;
- в. верны оба ответа;
- г. среди указанных верных ответов нет.

Список литературы:

Основная литература

1. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Методологические проблемы эргономики, 1974.
2. Инженерная психология: теория, методология, практические применения / под ред. Б.Ф.Ломова, В.Ф. Рубахина. – М., 1977.
3. Ломов, Б.Ф. Основы инженерной психологии / Б.Ф. Ломов. – М. : Высшая школа, 1986.
4. Пряжников, Н.С., Пряжникова, Е.Ю. Психология труда и человеческого достоинства / Н.С. Пряжников, Е.Ю. Пряжникова. – М. : Академия, 2004.
5. Психология труда и инженерная психология / под ред. А.А. Крылова. – М., 1979.
6. Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю.К. Стрелков. – М. : Академия, 2001.
7. Человек и техника. Очерки по инженерной психологии / под ред. Б.Ф.Ломова. – М. : Советское радио, 1966.

Дополнительная литература

8. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой. – М.: ИП РАН, 1998.
9. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. – М., 1975.
10. Инженерно-психологические проблемы АСУ: Сборник статей. Под ред. К.К.Грищенко, А.С.Линков, А.У. Митин. – Киев: Техника, 1975.
11. Котик М.А. Саморегуляция и надежность человека-оператора. – Таллин: Валгус, 1974.
12. Крылов А.А. Методология исследования по инженерной психологии. Ч.1,2. – Л.: Лениздат, 1974.
13. Ломов Б.Ф., Венда В.Ф. Методология инженерной психологии, психологии труда и управления. – М.: Наука, 1981.

14. Малопурин И.И. Инженерная психология: Учебное пособие. – М., 1976.
15. Практикум по инженерной психологии и эргономике. Под ред. Ю.К. Стрелкова. – М.: Академия, 2003.
16. Сейдлер Д., Бономо П., Руководство по эргономике. – М., 2000.
17. Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. – М.: Наука, 1992.
18. Справочник по инженерной психологии. Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982.
19. Хрестоматия по инженерной психологии. Под ред. Б.А. Душкова. – М.: Высшая школа, 1991.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<http://ru.wikipedia.org>

<http://www.ergo-org.ru>

<http://www.fees-network.org>

<http://www.ergonomics.org.uk>

<http://www.iea.cc>

<http://www.psychology-online.net>

<http://strider.ru>

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА

Хрестоматия

Учебно-методический комплекс

Автор и составитель Светлана Юрьевна Манухана

Ответственный за выпуск *А.И.Комаров*

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Н.А.Рощина*

Подписано в печать 26.12.08. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Уч.- изд. л. 9,3. Печ. л. 14.

Тираж 50 экз.

Издательский центр Евразийского открытого института

119501, г. Москва, ул. Нежинская, д. 13.

Тел.: (495) 442-23-92

Отпечатано в ООО «Футурис».

127051, г. Москва, Каретный Б. пер., д. 24/12, кор. стр. 1.

Тел.: (495) 772-31-07

ISBN 978-5-374-00208-9



9 785374 002089