

Сергей Фёдорович Сергеев, профессор Санкт-Петербургского государственного университета, академик РАН, доктор психологических наук,

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА: МЕХАНИЗМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И КОММУНИКАЦИИ

Знание физиологических особенностей работы анализаторных систем позволяет нам понять связь психики человека с внешним миром, выявить физиологические ограничения по приёму и преобразованию информации, определить основные закономерности функционирования первичных психологических механизмов работы мозга. Это имеет значение при решении задач проектирования систем и средств отображения информации, выборе технических решений по организации рабочего места оператора, органов управления. Однако этого явно недостаточно для описания сложных психических процессов, происходящих в человеке при реализации деятельности по принятию решений в СЧМ. Для ответа на возникающие при этом вопросы необходимо обратиться к данным психологии, анализирующей специфику функционирования психической сферы человека, его поведения в разных условиях деятельности.

Анализ когнитивных процессов, протекающих в психической сфере оператора, строится в инженерной психологии на базе информационного подхода, в котором информационные процессы рассматриваются в «чистом виде», без учёта специфики их носителя, биологии и физики процессов. Сильно упрощая реальную сложность работы человеческого мозга, это исключает многие важные в профессиональной деятельности черты работы механизма психического регулирования. Вместе с тем наука пока не имеет более эффективных, способов представления объектов организованной сложности, к которым

относится человек, чем информационный и системный подходы. Информационные представления позволяют использовать привычные для инженерного мышления кибернетические метафоры при анализе психики человека.

Память — сквозной психический процесс, она проявляется во всех феноменах психики независимо от уровня их рассмотрения. В памяти отражаются все грани человеческого опыта — не только когнитивного (познавательного), но и эмоционально-волевого. Память обеспечивает существование человека во времени, возможность использо-

вания знаний о прошедшем для построения будущего.

Для инженерной психологии важно понятие *оперативной памяти* — способности человека к запоминанию, сохранению и воспроизведению информации, перерабатываемой в ходе выполнения определённой деятельности.

Оперативная память связана с кратковременной памятью — непосредственным запоминанием информации, зависящим от характера запоминаемых стимулов, вида их организации, значимости для субъекта осуществляемой деятельности. По сравнению с понятием «объём кратковременной памяти», которое подразумевает под собой количество объектов, свободно запоминающихся в короткий промежуток времени, понятие «объём оперативной памяти» предполагает количество объектов, не только запоминающихся, но и использующихся, обрабатывающихся — как поодиночке, так и между собой за промежуток времени.

Объём кратковременной памяти подчиняется закону Миллера и равен «семь плюс минус два» фрагментов, одновременно действующих в сознании. Это, строго говоря, не закон запоминания, а скорее объяснительная форма, свидетельствующая об ограниченных возможностях человеческого сознания. В последнее время кратковременная память критикуется многими исследователями как недостаточно строго определённое понятие.

При рассмотрении человека как системы переработки информации выделяют декларативную, рабочую и процедурную память.

Декларативную память называют также долговременной, концептуальной, вторичной или семантической памятью в зависи-

мости от контекста и вкуса автора. Именно в ней хранятся данные, необходимые для выполнения операторской деятельности. Основная функция — запоминание входной информации. Объём — практически неограниченный, связанный с процессами динамической организации информационных процессов. Содержимое — семантические, пространственные, акустические, двигательные, временные коды.

Информационные единицы — понятия, высказывания, схемы (фреймы, скрипты). Организация — иерархическая, в виде узлов и связей, допускаются неточные значения, предыдущий опыт, многоуровневость. Процессы запоминания — устное научение (по инструкциям), перекодировка.

Рабочая память тождественна оперативной памяти.

Процедурная память — место хранения знания о том, как что-то можно сделать. Это разновидность декларативной памяти, отличается наличием в ней логических правил, позволяющих делать выводы о необходимых действиях с информацией в тех или иных ситуациях деятельности.

Особенности памяти оператора учитывают при организации систем и средств СЧМ, обеспечивающих деятельность человека. Объём информации, предоставляемой оператору в рабочих условиях, не должен превосходить актуальных оперативных возможностей его памяти.

Хранение и переработка информации человеком, принятие решений и познавательные процессы

Память определяет когнитивные способности человека. Она обеспечивает накопление

информации об окружающем мире, служит основой для реализации всех видов человеческой деятельности, обучения и развития человека. Механизмы памяти — основа функционирования всех физиологических и психических систем, формирующихся в нервной системе.

Выделяют основные процессы памяти — запоминание, сохранение, забывание и восстановление (воспроизведение). В зависимости от уровня рассмотрения и выбранных оснований для классификации различают память долговременную и кратковременную; зрительную, слуховую, тактильную и т. д.

Память служит основой более сложных когнитивных образований, на базе которых человек организует свою деятельность.

К ним относится *мышление* — психический процесс, являющийся формой опосредованного (в отличие от восприятия непосредственного) отражения. Мышление носит обобщённый характер, предполагающий *отвлечение, абстрагирование* от каких-либо свойств предметов, явлений, использует функции *анализа и синтеза*. Выявление и обобщение отношений между предметами и явлениями мира — сущность мышления.

Инженерную психологию интересует, прежде всего, *«оперативное мышление»* — процесс решения практических задач, в результате которого формируется модель предполагаемой деятельности и операции, позволяющие выполнить её эффективно.

Основные компоненты оперативного мышления:

- *структурирование* — образование более крупных единиц действия путём связывания элементов ситуации между собой;

- *динамическое узнавание* — узнавание частей конечной ситуации в исходной;
- *формирование алгоритма решения* — выработка принципов и правил решения задачи, определение последовательности действий в каждом конкретном случае.

Отображение информации в СЧМ должно учитывать характеристики мышления оператора. Для его эффективного функционирования необходимо обеспечить:

- полноту информации об отображаемом событии;
- краткость и чёткость сигнала;
- его правильность, отсутствие информации, влекущей к ложным выводам;
- форму сигнала, которая должна указывать на его связь с другими сигналами;
- учёт опыта субъекта, полученного в аналогичных ситуациях.

Человек при решении тех или иных задач использует присущую только ему систему способов, приёмов действий, образующую его *индивидуальный стиль*. Стиль является образованием достаточно устойчивым и часто служит характеристикой человека, отличающей его от других людей. Мы, например, часто говорим, что человек по стилю речи напоминает жителя Крыма, или Новгорода, или Вологды, подчёркивая присущие жителям этих мест особенности. Решение одной и той же задачи с равной эффективностью может достигаться различными способами, одни из которых мы легко понимаем и принимаем, а другие для нас недоступны и неудобны. Естественно, что при проектировании технической среды необходимо учитывать индивидуальные особенности протекания процессов переработки информации операторами,

позволяя им использовать при работе наиболее «удобные» стили.

Понятие стиля было введено Адлером в качестве глобального (всеохватывающего) психологического понятия, но затем его объём сузился до категории способов организации познавательной деятельности — «*когнитивных стилей*», определяющих систему предпочтений человека при решении познавательных задач. В сущности, когнитивный стиль представляет собой психический инструмент, с помощью которого человек решает задачи познания окружающей реальности и активно воздействия на неё. Когнитивный стиль — довольно устойчивая характеристика психики индивидуума, которая проявляется при решении широкого класса задач, связанных с интегральной обработкой поступающей информации. Имеются данные, что стилевые особенности человека формируются под действием культурной среды и являются культурно зависимыми. Так, утверждается, что каждая культура ведёт к определённым формам когнитивной обработки информации и формирует свои массовые формы менталитета или близкого к нему понятия сенсотипа.

К основателям теории когнитивных стилей относят Германа Виткина, который понимал под когнитивным стилем предпочитаемый человеком способ когнитивного анализа и структурирования своего окружения. Им выделены два основных стиля — глобальный и артикулированный. Человек с артикулированным стилем использует механизмы дифференциации и организации среды (он независим от поля ситуации), а с глобальным — идёт на поводу ситуации (зависим от поля).

Работы сотрудников Менингерской школы психологии и их наиболее яркого

представителя Р. Гарднера привели к понятию «когнитивного контроля». Под контролем понимаются индивидуальные способы анализа и оценки ситуации. Они обеспечивают оптимальные для данной личности формы поведения при решении познавательных задач.

Дж. Каган ввёл понятие индивидуального когнитивного темпа и связанного с ним стиля «импульсивность — рефлексивность». *Импульсивные* субъекты быстро принимают решения и ведут коррекцию решения за счёт ошибок во внешнем мире. *Рефлексивные* — выдают внешнее, достаточно точное решение после длительного анализа в субъективной сфере.

В настоящее время в литературе можно встретить описания около двух десятков когнитивных стилей (контролей), каждый из которых связан с определённой формальной психометрической процедурой и носит соответствующее специфическое название.

Наиболее известные из них:

- Полезависимость — полнезависимость.
- Гибкость — ригидность познавательного контроля.
- Узость — широта диапазона когнитивной эквивалентности.
- Импульсивность — рефлексивность.
- Широта категории.
- Толерантность к нереалистическому опыту.
- Когнитивная простота — сложность.
- Фокусирующий/сканирующий контроль.
- Конкретная — абстрактная концептуализация.
- Сглаживание — заострение.

Принято считать, что когнитивные стили — достаточно устойчивые образования, пронизывающие решение задач независимо от условий деятельности.

Наш интерес к проблеме когнитивных стилей не случаен и связан с особенностями процедур по оценке стилевых показателей: их простоте, информативности, высокой степени формализации, возможности многократного применения. Это позволяет в отдельных случаях использовать их в алгоритмах оптимизации систем связи оператора с техническим звеном в СЧМ.

При решении познавательных задач человек проявляет свои способности по эффективной работе с информацией, её структурированием, порождением новых и нахождением точных решений и т. д. Эти когнитивные способности человека отражены в понятиях «креативность» и «интеллект».

Под «креативностью» понимают способность человека к творчеству, созданию новых продуктов деятельности, нестандартному мышлению и поведению, применению известных вещей и предметов в неочевидном смысле.

Креативность часто связывают с так называемым «*дивергентным мышлением*». Отмечается большая значимость функциональной асимметрии мозга и преобладающей деятельности правого полушария при решении творческих задач. Не обнаружено однозначных связей между способностями к творчеству и интеллектом. Человек с высоким интеллектом может быть совершенно беспомощен в решении творческих, например, изобретательских задач.

Дж. Гилфорд (*Guilford J. P.*) предложил кубическую модель структуры интеллекта,

в которой выделяет четыре основных фактора креативности:

- *Оригинальность* — способность продуцировать необычные ответы, давать отдалённые ассоциации.
- *Семантическая гибкость* — способность выделить функцию объекта и предложить его новое использование.
- *Образная адаптивная гибкость* — способность изменить форму объекта так, чтобы увидеть в нём новые возможности.
- *Семантическая спонтанная гибкость* — способность продуцировать разнообразные идеи в свободной, без ограничений, ситуации.

Торрэнс (*Torrance E. P.*) считает креативностью способности к обострённому восприятию недостатков, пробелов в знаниях, недостающих элементов, дисгармонии.

Креативные лучше работают в условиях неопределённости, неполной информации. Это уверенные в себе, с чувством юмора, повышенным вниманием к своему «Я», желающие выделиться, энергичные, импульсивные, независимые, открытые к новому опыту люди.

Более сложные проявления креативности относят к *творческому мышлению*, выделяя четыре его стадии: подготовка, созревание, вдохновение и проверка истинности. Отмечают большей частью неосознаваемый характер получения творческого продукта.

В инженерной психологии категория «креативность» практически не используется, хотя она позволяет получить ряд результатов, улучшающих деятельность оператора в условиях частой смены вида работы и неопределённости.

Трудно встретить более понятное всем и более неопределённое в научном плане явление, чем интеллект. Большинство из нас связывают его с «количеством ума». Низкий интеллект означает, что мы рождены с «небольшим» умом, а высокий — что у нас высокий уровень развития. Однако не всё так однозначно, можно говорить лишь о том, что люди различаются между собой по своим возможностям по безошибочному восприятию и обработке информации, принятию правильных решений, способности быть осведомлёнными и сообразительными, что и составляет содержание этого понятия.

Наиболее формально точное определение в данном случае: интеллект — это то, чем измеряют интеллектуальные тесты (группа задач с переменной сложностью, успехи, в решении которых свидетельствуют о наличии или отсутствии ума). В таком определении интеллект сильно зависит от процедуры его измерения.

Имеется ещё ряд популярных определений интеллекта:

- мыслительная способность человека, его умственное начало;
- общая способность к познанию и решению проблем, определяющая успешность любой деятельности и лежащая в основе других способностей;
- система всех познавательных способностей индивида;
- способность создавать алгоритм решения задачи;
- структурирование отношений между средой и организмом.

Интеллектуальные функции оператора в экстремальных условиях сильно ограничены и техническая система должна быть спроекти-

рована с учётом общего снижения требований к оператору.

Речевые коммуникации в операторской деятельности

Речь — исторически и социально сложившаяся форма общения людей посредством языка. Это основное средство выражения мышления, передачи информации о накопленном опыте.

До недавнего времени речевая коммуникация не играла большой роли в функционировании СЧМ. Однако в связи с непрерывным усложнением техники и появлением систем компьютерного анализа и синтеза речи, групповых видов деятельности возникла необходимость в учёте при проектировании СЧМ особенностей речевого общения человека, к которым относят:

- зависимость речевых сообщений от контекста;
- ситуационную обусловленность;
- эмоциональную насыщенность и значимость;
- семантическую неопределённость;
- личностную обусловленность.

На разборчивость речи и её восприятие влияют не только технические характеристики канала передачи (полоса пропускания речевых частот, помехозащищённость, особенности артикуляции и т. д.), но и степень неизвестности — ожидаемости сообщения, смысл предложений, структура и локализация в пространстве источника речевого сообщения, время подачи сообщения, его темп, величина пауз.

Задачи, в решение которых включены высшие психические функции оператора, требуют решения вопросов не только объектив-

ной передачи речевого сообщения, но и их правильного субъективного восприятия и понимания. Речь носит не только информирующие, но и установочные функции, настраивающие оператора на определённое реагирование.

Важно учитывать различие между *монологической* и *диалогической* речью. Первая выступает в форме приказаний, инструкций, справок, и её основная задача — управлять поведением оператора. Вторая носит функции обмена информацией, и важно обеспечить её взаимное однозначное понимание между корреспондентами. Поскольку речь — носитель индивидуальных смыслов, значений, каждое речевое сообщение приводит к возникновению в сознании воспринимающего субъекта целой гаммы образов и состояний, присущих данному конкретному человеку, и для взаимно однозначного понимания информации требуется согласование в форме диалога.

Большую роль в оптимизации общения операторов играют профессиональные *термины* — специфические слова, словесные сочетания и обороты, обеспечивающие однозначное максимально точное понимание смысла их содержания субъектами коммуникации. Термины обеспечивают *избыточность* информации, *конкретику* по отношению к выполняемой задаче, *полноту* описания.

Закономерности коммуникаций людей между собой в процессе жизнедеятельности изучает *социальная психология*, которая определяет особенности формы и содержания результатов, вида связи, влияния на процесс общения личностных и иных характеристик.

Коммуникабельность как свойство активно вступающих в общение людей в зна-

чительной мере биологически обусловлено, что должно учитываться при проектировании систем «человек — машина», связанных с групповой и индивидуальной деятельностью.

Эффективная групповая деятельность связана с *психологической совместимостью* операторов, для определения и создания которой используются специальные тестовые и аппаратные методы — социограммы, анкеты, психологический тренинг, дискуссии, «мозговой штурм», ролевые игры.

Большую роль играет *деловой этикет* — предписанная система правил общения и поведения, принятая в данной профессиональной среде. Необходимо учитывать возникновение *защитных реакций* личности, влекущих к утаиванию значимой для деятельности информации, её искажению, неправильному толкованию.

Литература

1. *Андерсен Дж.* Когнитивная психология / Дж. Андерсен. СПб.: Питер, 2002.
1. *Айзенк Г.Ю.* Проверьте свои способности / Г.Ю. Айзенк. Кишинев: Гриф, 1992.
2. *Веккер Л.М.* Психические процессы. Том 3 / Л.М. Веккер. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981.
3. *Голубева Э.А.* Способности и индивидуальность / Э.А. Голубева. М.: Прометей, 1993.
4. *Дмитриева М.А.* Психология труда и инженерная психология: учебное пособие / М.А. Дмитриева, А.А. Крылов, А.Н. Нафтульев. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1979.
5. *Душков Б.А.* Основы инженерной психологии: Учебник для студентов вузов / Б.А. Душков, А.В. Королёв, Б.А. Смирнов. М.: Академический Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002.

6. *Зинченко Т.П.* Память в экспериментальной и когнитивной психологии / Т.П. Зинченко. СПб.: Питер, 2002.
7. *Зинченко Т.П.* Опознание и кодирование / Т.П. Зинченко. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981.
8. *Зинченко Т.П.* Когнитивная и прикладная психология / Т.П. Зинченко. М.: Моск. психолого-социальный ин-т; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2000.
9. Когнитивные стили / Под ред. В.А. Колги. Таллин, 1986.
10. *Леонтьев А.А.* Психология общения / А.А. Леонтьев. Тарту: Тартуский ун-т, 1974.
11. *Леонтьев А.А.* Что такое язык / А.А. Леонтьев. М.: Педагогика, 1976.
12. *Ломов Б.Ф.* Человек и техника / Б.Ф. Ломов. М.: Советское радио, 1966.
13. *Ломов Б.Ф.* Методологические и теоретические проблемы психологии / Б.Ф. Ломов. М.: Наука, 1984.
14. *Мунипов В.М.* Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. М.: Логос, 2001.
15. Основы инженерной психологии: Учеб. для техн. вузов / Б.А. Душков, Б.Ф. Ломов, В.Ф. Рубахин и др. / Под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Высшая школа, 1986.
16. Психология индивидуальных различий. Тексты / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
17. *Сергеев С.Ф.* Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие / С.Ф. Сергеев. М.: НИИ школьных технологий, 2008.
18. *Сергеев С.Ф.* Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред: Учебное пособие / С.Ф. Сергеев. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011.
19. *Солсо Р.* Когнитивная психология / Р. Солсо. СПб.: Питер, 2002.
20. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Машиностроение, 1982.
21. *Холодная М.А.* Когнитивные стили: О природе индивидуального ума / М.А. Холодная. СПб.: Питер, 2004.
22. *Холодная М.А.* Когнитивные стили и интеллектуальные способности / М.А. Холодная // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 3. С. 84–93.