

14. Китов А. И. Психология управления. М., 1979.
15. Клубов Е. П. Индивидуальная концепция руководителя как проблема психологии управления.—Тез. докл. I Всесоюз. науч. конф. по психологии управления. М., 1979.
16. Ломов Б. Ф., Китов А. И., Рубахин В. Ф., Филиппов А. В. Актуальные проблемы психологии управления. М., 1977.
17. Радвилас В. С. Психологические особенности бригадного метода организации труда в условиях массового производства.—Психологический ж., 1981, т. 2, № 3, с. 143—145.
18. Стрижов В. В. Психологические проблемы освоения крупнейших газовых месторождений Северо-Запада Сибири.—Психологический ж., 1981, т. 2, № 3, с. 139—142.
19. Хорошев Г. И. Удовлетворенность работой как условие стабилизации трудовых коллективов.—Психологический ж., 1981, т. 2, № 3, с. 146—149.

Поступила в редакцию
24.XII.1980

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ПСИХОЛОГИЯ ТРУДА

ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМАХ
КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ*Ишин С. С., Рубахин В. Ф.*

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ

Практика эксплуатации сложных электронных объектов современной техники показывает, что их успешное функционирование невозможно без процесса контроля и испытаний. Так, периодический контроль при хранении обеспечивает своевременное обнаружение отказов и последующее их устранение. Контроль и испытания, осуществляемые в период подготовки объекта к применению, не допускают функционирования неисправного аппарата. Контроль в период эксплуатации дает возможность своевременного отключения отказавших устройств, подключения резервных или перевода системы в режим, не требующий применения отказавших устройств. Кроме того, процесс контроля и испытаний необходим для создания безаварийных условий эксплуатации, а также для прогнозирования объекта контроля в будущем.

Системы контроля и испытаний (СКИ) являются составными частями различного вида АСУ, однако они имеют существенные отличия, позволяющие рассматривать их как самостоятельный крупный класс сложных человеко-машинных систем. Рассмотрим более подробно эти особенности.

Если для систем управления справедливым является предположение о том, что пространство входных параметров по числу элементов должно быть эквивалентно пространству выходных параметров, то в системах контроля и испытаний последнее может быть меньшим по числу элементов, так как от оператора не требуется управляющего воздействия на каждое различное состояние элементов объекта контроля. В этом принципиальное отличие систем контроля от всех остальных сложных систем. Характер возможных ошибок оператора так же в принципе отличается от общепринятых ошибок в АСУ, где при формировании реакции на каждое состояние элементов объекта контроля может быть введено в объект любое из управляющих воздействий, предусмотренных конструкцией пульта управления. Оператора при контроле и испытаниях прежде всего интересует состояние объекта, т. е. практически он решает задачу проверки гипотез о годности или негодности, о работоспособности или неработоспособности, об исправности или неисправности объекта контроля. И эта задача решается оператором уже после оценки объекта контроля технической частью системы. А если учесть, что при определенных гипотезах появляется задача технической диагностики, т. е. отыскания неисправностей, а затем и восстановления, то явно просматривается иерархическая структура системы контроля и испытаний как инженерно-психологического объекта. Уровень оператора в этой

структуре в свою очередь не является простым, а может делиться на несколько рангов, различных как по количеству людей, так и по квалификации и степени ответственности.

Для более подробного анализа особенностей системы контроля и испытаний ее целесообразно представить в виде математической модели (рис. 1).

Контролируемый объект характеризуется некоторым множеством параметров, в общем случае связанных между собой, которые образуют пространство параметров, а вместе с условиями функционирования объекта контроля (ОК), СКИ и требованиями к ним — пространство ситуаций Q .

Пусть $q \in Q$ — параметр этого пространства. Он может быть как числовым, так и индексом некоторого поля допусков. Например, при контроле частоты генератора импульсов параметр q — число импульсов на выходе генератора за определенное время, при контроле рулей исполнительного органа параметр q — время компенсации эталонного отклонения рулей за счет сигнала обратной связи.

Таким образом, в каждом конкретном случае q имеет явно выраженный физический смысл. Для практики в ходе контроля и испытаний непосредственно наблюдать q часто бывает невозможно.

Оператор регистрирует лишь возможные значения $\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ некоторой случайной величины $\hat{x}$, статистически связанной с q . Случайность $\hat{x}$ вызвана различными факторами, влияющими на процессы измерения и преобразования. Для общности будем считать, что все эти случайные факторы порождаются некоторым случайным процессом $\hat{S}(t)$ на выходе эквивалентного генератора случайных помех. Связь $\hat{x}$ и q обеспечивает возможность получения информации о q по результатам контроля и испытаний. Такой переход от q к $\hat{x}$ можно представить в виде преобразования $F_1\{Q, \hat{S}(t)\}$ над q и случайным процессом $\hat{S}(t)$. Множество X , которое образуется при этом, назовем пространством наблюдений (пространством измерений).

Информация о q извлекается из пространства X с помощью функции «обращения» F_2 по отношению к q и выдается в виде решения y о том, каково значение q . Множество Y всех решений назовем пространством решений. Оно включает в себя все элементы пространства Q и X , а иногда и дополнительные решения, например, о необходимости дополнительных операций контроля для надежного суждения о q . Принятие решений в значительной степени зависит от априорной информации J , которая используется оператором наряду с информацией о результатах контроля X . В качестве априорной информации выступают любые сведения, имеющие непосредственное отношение к ОК и СКИ.

Конечная цель контроля и испытаний заключается в том, чтобы на основе полученных оценок принять решение о соответствии ОК заданным тактико-техническим требованиям и выбрать определенные меры.

Советскими психологами установлено, что процесс принятия решения человеком является центральным на всех уровнях переработки информации. В этом процессе наиболее полно реализуются как отражательные, так и регуляторные функции психики. Многоплановый анализ этого сложного процесса с описанием используемых эвристических процедур наиболее полно дан в [1].

В настоящей работе рассматриваются особенности принятия решения в относительно жестко детерминированной деятельности оператора в рассмотренной выше системе контроля и испытаний сложных объектов.

В качестве характеристики разрешающей способности оператора по восприятию и переработке информации введем в рассмотрение понятие частного решения, под которым следует понимать всю совокупность действий оператора, связанную с отысканием, опознанием, восприятием

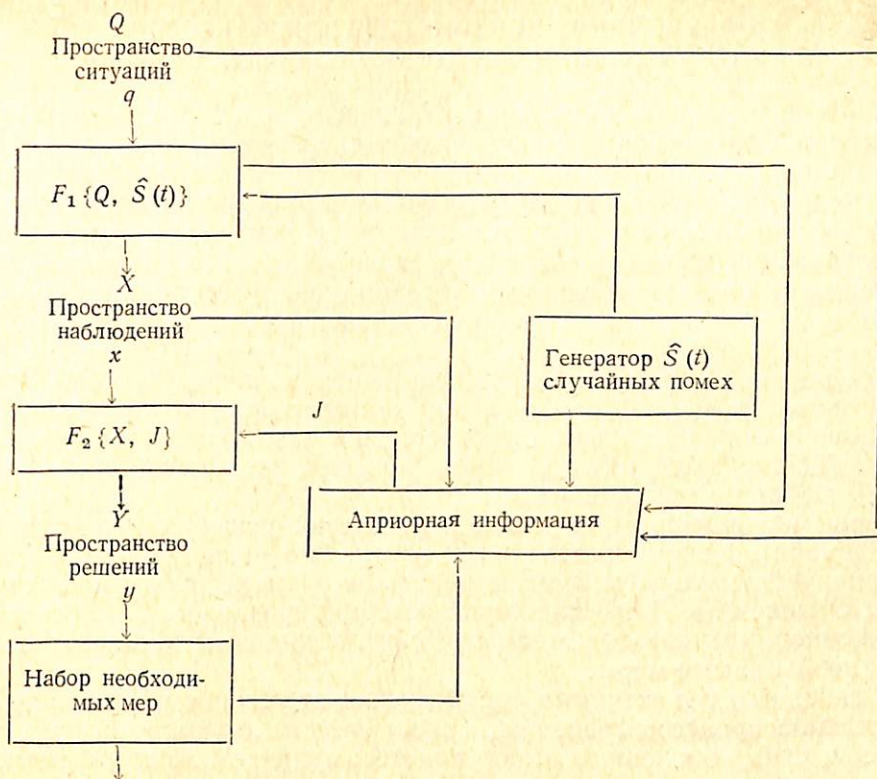


Рис. 1. Модель процесса контроля и испытаний

сигнала о состоянии объекта контроля, а также с формированием решения о значении данного сигнала [2].

Частное решение принимается оператором на ограниченном промежутке времени в соответствии с выражением: $\sum_{i=1}^n T_{ч.р} = t_k$, где $T_{ч.р}$ — время принятия частного решения; n — число контролируемых параметров (сигналов); t_k — время контроля и испытаний ОК.

Период частного решения является случайной величиной с определенным законом распределения, параметры которого зависят от характеристик конкретных индикаторов средств отображения информации, а также от индивидуальных психофизиологических характеристик оператора, его состояния и условий окружающей среды. Однако время контроля t_k является конечной суммой случайных слагаемых.

Решение оператора о состоянии ОК, полученное по совокупности сигналов всех средств отображения информации, можно представить в виде конечной последовательности частных решений, принятых по состоянию каждого индикатора. Количество информации, воспринятое оператором за время контроля и испытаний t_k , подсчитывается как сумма информативностей при частных решениях.

Таким образом, рассмотренная модель принятия решений представляет собой воплощение принципов системного подхода [3] при выработке решений в процессе контроля и испытаний.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ

Принятие решения является центральным процессом на всех уровнях переработки информации человеком-оператором, системами «человек — машина». Эта сложная комплексная проблема включает разные аспекты: физиологический, психологический, кибернетический и др. [4]. Все это в полной мере относится и к системам контроля и испытаний, но наиболее важными для этих систем являются психологические аспекты проблемы, связанные главным образом с анализом роли и места процессов принятия решения при целенаправленной деятельности оператора.

В общем виде процедура принятия решения включает формирование последовательности частных решений как целесообразных действий для достижения цели на основе преобразования некоторой исходной информации. Можно выделить три этапа решения: его подготовка (организация), выбор и утверждение.

Первым важнейшим понятием в процессах решения является цель (или задача) функционирования системы. Эта цель так или иначе детерминирует результаты функционирования (или решения) в самом широком смысле [5]. Для СКИ такая детерминированность является ярко выраженной, так как здесь заранее определены все возможные состояния и необходимые меры.

К основным объективным и субъективным условиям, определяющим реализацию процессов решения, можно отнести дефицит информации и времени, стимулирующего выбор гипотез; наличие некоторой неопределенности ситуации, вызывающей борьбу мотивов у оператора; осуществление волевого акта при выборе гипотезы и принятие на себя ответственности.

Важной методологической задачей в области психологии решения является исследование факторов, от которых зависит выбор критериев и стратегии поиска решения, а также эффективности принятия решения в целом. К таким факторам можно отнести: установку, структуру и характер задачи, степень ее новизны: дефицит или избыток информации, включая ее ценность и значимость; методы принятия решения, временную регламентацию; степень ответственности и риска; возможности внешнего противодействия; личностные качества оператора и др.

Как показывает анализ литературы [6], содержание системы факторов принятия решения далеко не исследовано.

Однако в системах контроля и испытаний эти факторы могут быть определены довольно четко. Еще до начала подготовки ОК к эксплуатации оператор получает установку на максимальную достоверность оценки расстояния объекта контроля по каждому контролируемому параметру. Структура и характер задачи ему хорошо известны. Кроме того, перед его глазами находится инструкция по выполнению регламентных работ или другого вида контроля и испытаний. Задача не является для оператора новой, также довольно точно он знает степень важности каждого параметра, а дефицита или избытка информации по отношению к заданным алгоритмам контроля, как правило, не бывает.

Как показывают исследования и опыт, методом принятия решения является метод последовательного деления ситуаций при частных решениях, который дает максимальную скорость получения информации о состоянии объекта контроля. Правильность такого предположения о методе принятия решения будет ниже обоснована аналитически.

Процесс контроля и испытаний сложных объектов всегда подчинен жесткой временной регламентации, которая и оказывает существенное влияние на принятие решения, создавая своего рода помехи. Вместе с высокой ответственностью и реально существующим риском вывода из

стройка дорогостоящей техники временная регламентация создает высокую эмоциональную напряженность и может повлиять на правильность принятия решения.

С системных позиций процесс переработки информации, выработки и принятия решения имеет следующие основные аспекты:

1) психологический, выявляющий нейрофизиологические основы принятия решения;

2) логико-психологический, расчленяющий и переформулирующий задачи на подзадачи;

3) операциональный, выбирающий и использующий системы операций в интересах информационной подготовки решений, а также построения и проверки гипотез в рамках задачи;

4) функционально-динамический, реализующий комплекс внутренних психологических механизмов (логических, эвристико-поисковых, вероятностных, рефлексивных и др.);

5) личностный, влияющий мотивационно-установочной и эмоционально-волевой сферами на протекание информационных процессов;

6) «формализованный», связанный с количественной оценкой переработки информации и принятия решения и построением формальных моделей рассматриваемых процедур.

Психофизиологическое обоснование процесса принятия решения дано в рамках теории функциональных систем [7]. Для систем контроля и испытаний особое значение имеют следующие позиции теории функциональных систем:

— в общем виде задача оценки ОК формируется в результате сопоставления воспринятой информации с прошлым опытом и в соответствии с заданными требованиями;

— «афферентный синтез» обеспечивает полное, синтетическое и предметное отображение состояния ОК;

— уяснение задачи и оценка ситуации включает планирование и предвосхищение результатов предстоящих действий системы («акцептор действия»);

— процесс решения задачи сводится к выбору или построению программ действий на основе применения экстраполяционных процедур;

— в ходе решения задачи по оценке ОК идет непрерывный процесс саморегулирования системы за счет реализации обратных связей.

Для процесса контроля и испытаний остаются в силе логико-психологические факторы. Здесь идет накопление и регулирование информации, преодоление противоречий, составление программы действий и ее реализация. С этой точки зрения весь процесс можно условно разделить на следующие этапы:

— формулирование задачи испытаний;

— уяснение задачи с анализом ее требований и конечной цели;

— выявление, диагностирование и оценка проблемной ситуации в целом, переформулирование общей задачи (цели) с выделением подзадач (подцелей) и выдвижением соответствующей системы гипотез;

— оценка проблемных ситуаций в рамках подзадач, проверка и уточнение выдвинутых гипотез на основе использования обратных связей;

— окончательная оценка состояния ОК или выявление конкретного вида неисправностей.

Справедливым для СКИ является и положение о том, что решения подготавливаются и вырабатываются на каждом этапе, «созревают» в глубине первых этапов. Следовательно, принятие решения — это процесс и итог деятельности. Введенное в работе понятие частного решения является правомочным, так как решение осуществляется в рамках регулируемого волевого акта.

Процесс контроля представляет собой жестко алгоритмизированную деятельность оператора, поэтому этапы решения задачи здесь «сжима-

ются», но реализуются в строгой последовательности. Поиск информации, выдвижение и оценка гипотез осуществляется «стандартизировано», с сокращенным набором процедур.

Информационная подготовка принятия решения в общем виде складывается из «внешнего» информационного обеспечения и «внутреннего» [8]. Основное содержание внешнего информационного обеспечения состоит из реализации двух взаимосвязанных задач. Первая из них включает вопросы определения количества и качества информации, необходимой и достаточной для оценки состояния объекта контроля. Вторая задача связана с вопросами оптимального представления этой информации человеку.

Внутренняя подготовка принятия решения включает поиск, выделение, классификацию, интеграцию и обобщение информации, построение «текущих» образов на перцептивно-опознавательном уровне и оперативных концептуальных моделей на речемыслительном уровне переработки информации. Эти факторы в СКИ являются менее существенными, так как задача опознавания сигналов о контролируемых параметрах решается легко за счет известных заранее вариантов состояния функциональных узлов и подсистем и объекта контроля.

На основании полученных авторами экспериментальных данных можно утверждать, что в СКИ преобладают вероятностные механизмы, как более характерные для априорных процедур, операций выбора и оценки гипотез в сложных условиях и условиях риска.

Личностные факторы процессов принятия решения (импульсивность, склонность к риску, уравновешенность, осторожность, инертность) в СКИ сглаживаются за счет того, что решения оператора сразу же контролируются старшим оператором, и вероятность принятия крайних типов решений резко снижается.

Если принято решение о том, что объект неисправен, то начинается процесс поиска неисправности, который является одной из разновидностей решения задачи на речемыслительном уровне. При решении задачи диагностики оператор вынужден устанавливать различные связи между элементами структуры ОК. Эти связи устанавливаются не со всеми элементами, а лишь с ограниченным их числом. Выбор характера связи производится на основе априорных соображений, которые и являются исходными для формирования гипотез. Основой для их формирования являются знания оператора о функциональных и принципиальных электрических схемах объекта контроля и системы контроля, т. е. отражение функционально-статистических связей между элементами. В процессе поиска неисправностей число рабочих гипотез сокращается за счет включения в рассмотрение наиболее вероятных гипотез, реальность которых не подтверждена. В результате поиска устанавливаются новые связи между элементами, т. е. происходит построение модели сложившейся ситуации. Этот процесс может быть интерпретирован как поиск соответствия между проявлением неисправности и представлением о ней оператора [9].

Степень активности оператора в режиме поиска неисправностей является более высокой, так как здесь объект контроля как бы «приближается» к оператору и его оперативный образ (концептуальная модель) конкретизируется, тогда как в режиме контроля объект может редуцироваться, «заслоняться» обобщенным, символическим отражением его состояния на информационной модели.

Более подробно процесс принятия решения в режиме диагностики будет рассмотрен ниже.

О ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В СКИ

Иногда высказываются мнения о том, что в психологии математические методы выступают только в качестве приемов обработки данных при экспериментах. Однако значение математики, особенно для инженерной психологии, не исчерпывается только обработкой данных. Она выступает также как средство построения абстрактных моделей, анализа и обобщения экспериментально-психологических данных, а следовательно, и как средство построения психологической теории [10].

Существующие математические методы не удовлетворяют потребности психологии в полной мере, однако в пределах допущений и ограничений они могут играть важную роль. В частности, теория информации, на наш взгляд, еще не исчерпала всех своих возможностей в применении к инженерной психологии.

Системы контроля и испытаний в силу своей специфики, рассмотренной выше, дают возможность применить прикладную теорию информации для описания принятия решений о состоянии объекта контроля. От уровня точности описания процесса принятия решения часто зависит реализация практических задач оценки приемлемой степени автоматизации технических систем.

В общем виде проблема количественного описания информационных процессов складывается из двух подпроблем [6]: количественного описания входной и выходной (переработанной оператором) информации в эргатических системах; формализованного описания самих процессов переработки информации.

Первая подпроблема решается более или менее просто. Для ее решения, в частности, возможно использование аппарата и методов теории информации при условии учета структуры изучаемого процесса, качественных («ценностных») характеристик воспринимаемой информации и временной неопределенности. Сюда же входят вопросы определения количественных параметров процессов принятия решения [11].

Вторая подпроблема реализуется значительно сложнее, ибо здесь идет речь о решении всегда недостаточно четко определенных задач. До сих пор считалось, что формальное описание самих процедур переработки информации, процессов принятия решения возможно лишь на основе использования математических методов, обладающих определенными лингвистическими возможностями, в первую очередь аппарата математической логики.

При этом к формальным моделям предъявляется ряд требований.

Эти модели должны быть непротиворечивыми в рамках моделируемых процессов, способными «вписываться» в более общую модель и быть основой для детализации частных моделей, выполнять определенные информационные функции, выявлять новую информацию о структуре моделируемых процессов, обеспечивать прогнозирование их функционирования, должны быть реализуемыми физически и обладать определенной практической полезностью.

Кроме того, они должны соответствовать содержательным психофизиологическим моделям (в пределах современного знания), с учетом взаимодействия их между собой, и обеспечивать построение внутренней модели отражения среды.

Существующие формальные модели психических функций условно делятся на два класса: статистические и «языковые» модели с игровыми элементами, разрабатываемые в последнее время.

Первые модели являются более простыми и достаточно исследованными. Но они имеют известные недостатки: преувеличивают роль случайности; лишены эвристических начал и не совсем соответствуют сложной технической деятельности человека, описывая, как правило, неко-

торую одну его функцию. Однако эти модели весьма полезны для формирования общих, идеализированных представлений об операциях человека на начальных этапах исследования.

Вторые модели очень сложны, почти не исследованы. Но они весьма перспективны. Для них характерны эвристический подход к анализу функций, логико-математический подход к их описанию с использованием естественного языка или многоуровневой системы абстрактного языка, переход к семиотике и отражение игровых ситуаций [12].

Рассмотрим возможности теоретико-информационного подхода для описания процесса принятия решения в системах контроля и испытаний сложных объектов.

Теория информации в ее классическом виде не рассматривает создателя и потребителя информации, которым является человек-оператор. Основанием этой теории служит представление о выборе некоторой возможности из некоторого их множества.

Однако анализ деятельности человека говорит о том, что для более точного логического основания этой теории необходимо принять гипотезу: выбор человеком действия происходит не из множества существующих действий, а из множества освоенных им действий ради достижения определенной цели [13].

Распространим эту гипотезу на процесс принятия решений о состоянии объекта контроля и поиска в нем неисправностей. Множество решений, из которого человек-оператор осуществляет выбор нужного решения, хранится в его памяти в виде набора программ на различные варианты исхода процесса контроля. По мере надобности оператор выбирает ту или иную программу, используя для этого информацию, получаемую от информационной модели.

С позиций такого понимания сути информационных процессов понятие «информация» приобретает более конкретное и определенное содержание основания для выбора частного решения, а количество информации — количественной меры для этого основания.

Закономерности точного и быстрого выбора нужного частного решения из множества хранящихся в памяти человека решений на основании получаемой им информации образуют основные теоретико-информационные закономерности.

Таким образом, предлагается пересмотреть содержание выбора, осуществляемого человеком. Им должен быть выбор не сообщений, а решений на основании имеющегося у человека опыта и знаний.

Теоретически наибольшей скоростью выбора обладает метод половинного деления (последовательных дихотомий). Выбор осуществляется путем многократного деления пополам рассматриваемых ситуаций и отбрасывания половины, не содержащей нужных данных. Контроль достоверности частных решений состоит в отклонении или изменении воспринимаемой информации в случае ее несоответствия ранее накопленной и имеет место только в ходе становления информационного процесса. Характерной особенностью выбора решения является постоянный дефицит времени. Поэтому процесс получения информации человек-оператор подчиняет требованию ее прироста за минимальное время, т. е. требованию максимальной скорости приобретения информации. Количество информации, получаемой оператором от ее носителя, зависит от конкретного значения носителя. Но эта величина становится известной человеку только после восприятия носителя. Поэтому последовательность восприятия носителей информации может быть определена оператором только по среднему количеству поставляемой носителями информации, отнесенному ко времени ее получения.

Как уже упоминалось выше, при реализации комплекса внутренних психологических механизмов в операциях выбора и оценки гипотез в сложных условиях преобладают вероятностные механизмы.

В связи с этим рассмотрим понимание объективной и субъективной вероятности. Первое понимание признает существование вероятности в объективном мире и определяет ее как меру возможности тех или иных объективных событий.

Второе понимание признает существование вероятности только в человеческом уме и определяет ее как меру человеческого знания. Математические теории вероятности отвлечены от природы вероятности и поэтому могут быть одинаково пригодны для вычислений как объективных, так и субъективных вероятностей. Диалектический подход к природе вероятности состоит в признании существования как вероятности объективных событий, так и вероятности человеческих суждений.

Последнее название вероятности является неудачным из-за его двусмысленности. Субъективным называется и то, что принадлежит человеку (субъекту), и то, что является произвольным, приблизительным, неточным [13, 14].

Вероятности выбора того или иного частного решения при контроле, представляя собой меру обоснованности выбора, принципиально не могут быть произвольными, приблизительными, неточными, поскольку успешная практическая деятельность человека возможна только при условии объективной и точной оценки с его стороны жизненных ситуаций.

В специальных экспериментах испытуемые легко дают оценку значений субъективных вероятностей с точностью до трех-четырех знаков после запятой [14].

Таким образом, изменение понимания исходных предпосылок теории информации приводит к изменению понимания ее математического аппарата (формализма). От понимания этого формализма как статического, многозначного и объективного приходим к прямо противоположному его пониманию как нестатического, однозначного и субъективного. Это открывает перед теорией информации дорогу к точным, наиболее совершенным и эффективным областям знаний, поскольку возможность точных (а не вероятностных) предсказаний в практической деятельности человека ценится очень высоко.

Человек выбирает частное решение, как правило, на двух уровнях — перцептивно-опознательном и речемыслительном, пользуясь при этом восприятием, мышлением и умственными автоматизмами.

Мышление представляет единственное природное явление, где фактически осуществляется переход к предельному случаю — вполне безэнтропийному состоянию. В этом настоящая загадка мозга [15].

Эта безэнтропийность мышления не гарантирует его истинности — она определяется выбранными исходными данными и алгоритмом их переработки, но она гарантирует отсутствие случайности и произвола в логических операциях и, следовательно, их точную воспроизводимость и передачу.

Как показал опыт человечества, указанной выше гарантии достаточно, чтобы сделать возможным создание науки и логического обмена между людьми.

Мышление, восприятие, автоматизмы представляют собой последовательные, переходящие один в другой этапы единого процесса овладения человеком-оператором выбором решения в соответствии с установкой и окружающими условиями. При этом автоматический, бессознательный выбор как заключительный этап этого процесса является совершенным и объективным выбором.

Оператор принимает частное решение для достижения оценки состояния объекта контроля на основании информации о контролируемых параметрах.

Эта информация воспринимается в порядке снижения скорости ее

получения в соответствии с выражением

$$V_{x_1, \dots, x_{i-1}} = \frac{1}{T_{\text{ч.р}}} \sum_{x_i} P_{x_1, \dots, x_{i-1}}(x_i) \cdot \left[\sum_y P_{x_1, \dots, x_i}(y) \log_2 P_{x_1, \dots, x_i}(y) - \right. \\ \left. - \sum_y P_{x_1, \dots, x_{i-1}}(y) \log_2 P_{x_1, \dots, x_{i-1}}(y) \right] \quad (1)$$

Затем оператор выбирает частное решение из множества известных ему решений в соответствии с уравнением

$$P_{x_1, \dots, x_i}(y) = \frac{P_{x_1, \dots, x_{i-1}}(y) P_{y, x_1, \dots, x_{i-1}}(x_i)}{\sum_y P_{x_1, \dots, x_{i-1}}(y) P_{y, x_1, \dots, x_{i-1}}(x_i)} \quad (2)$$

и принимает окончательное решение после достижения соотношения

$$P_{x_1, \dots, x_i}(y = 1) = \max P_{x_1, \dots, x_i}(y) \geq 1 - \alpha \quad (3)$$

Это окончательное решение принимается оператором в предположении, что $P_{x_1, \dots, x_i}(y = 1) = 1$ и $P_{x_1, \dots, x_i}(y \neq 1) = 0$, даже если в действительности $P_{x_1, \dots, x_i}(y = 1) \neq 1$ и не все $P_{x_1, \dots, x_i}(y \neq 1) = 0$. Оператор, не располагая еще полной информацией для принятия окончательного решения, вынужден идти на его предсказание, т. е. в соответствии со структурно-эвристической концепцией принимает эвристическое решение, включающее самопрограммирование, избирательное структурирование ситуации, проигрывание ожидаемого будущего. Особенно характерна здесь функция избирательного поиска частного решения на каждом из уровней, выработка новых опознавательных и поисковых алгоритмов в ходе решения задачи, непрерывное соотнесение результатов между уровнями. Это повторяется столько раз, сколько необходимо для окончательного решения.

В уравнениях (1)–(3) приняты обозначения в соответствии с рис. 1: $y = 1$ — частное решение, принятое оператором из множества известных ему решений $y \in Y$; i — номер контролируемого параметра в порядке его восприятия от информационной модели; x_i — значение i -го контролируемого параметра $g \in Q$ как носителя информации; $P_{x_1, \dots, x_i}(y)$ — вероятность принятия оператором частного решения после оценки их последовательности $x_1, \dots, x_i$ значений контролируемых параметров; $T_{\text{ч.р.}}$ — время принятия частного решения по i -му контролируемому параметру; $P_{y, x_1, \dots, x_{i-1}}(x_i)$ — вероятность значения x_i i -го контролируемого параметра при значениях $x_1, \dots, x_{i-1}$ предыдущих параметров и принимаемом частном решении y ; эта вероятность описывает опыт оператора по оценке информации из i -го носителя для принятия частного решения и подтверждает функцию структурирования системы в соответствии с ожидаемыми свойствами ансамбля сообщений [16]; α — ошибка первого рода, т. е. вероятность неправильной оценки носителя информации.

Процесс принятия решений, описанный уравнениями (1)–(3), в процессе контроля и испытаний приближается к методу последовательных дихотомий, а количество частных решений — к числу $\log_2 Y$ настолько, насколько это позволяет объект контроля.

Уравнения принятия решений, несмотря на вероятностное содержание, не являются приближительными и неоднозначными. Они позволяют в процессе контроля и диагностики вычислять события однозначно и постоянно (т. е. точно), подобно уравнениям классической механики [14]. Это неожиданное и ценное свойство уравнений (1)–(3) объясняется природой входящих в них вероятностей, о чем было сказано выше.

Уравнения (1)–(3) не описывают действия механизма, контроли-

рующего достоверность воспринимаемой информации. Этот контроль состоит в отклонении или изменении воспринимаемой информации в случае ее несоответствия ранее накопленной и имеет место только в ходе становления информационного процесса, т. е. в ходе приобретения опыта. В установившемся состоянии, описываемом уравнениями (1) — (3), механизм оценки достоверности не проявляет себя, хотя и действует в полной мере.

Характерной особенностью процесса принятия решений является постоянный дефицит времени, что и отражено в уравнении (1). Поэтому процесс восприятия информации оператор подчиняет требованию максимального прироста за минимальное время, т. е. требованию максимальной скорости получения информации. Количество информации, получаемой оператором от ее носителя, x_i зависит от конкретного значения последнего. Но эта величина становится известной только после восприятия носителя.

Поэтому последовательность восприятия носителей информации может быть определена оператором только по среднему количеству поставляемой контролируемым параметрами информации, отнесенному ко времени ее получения. Именно эта величина определяется уравнением (1).

Уравнение (2) описывает процесс выбора частных решений из множества известных оператору из опыта решений, который приближается к выбору половинного деления ситуаций Q настолько, насколько позволяет объект контроля.

Уравнение (3) описывает процесс принятия окончательного решения.

Величина ошибки первого рода α определяется требованиями к системам контроля и испытаний и рассчитывается известными методами [2, 17].

Приведенные теоретические обоснования и результаты конкретных психологических исследований процессов контроля и испытаний показывают, что приспособление человека-оператора к свойствам системы осуществляется как многоуровневый процесс, центральным моментом которого является эвристическое преобразование психических механизмов в соответствии с оценкой ситуаций и условий деятельности в целом [16]. Структурная схема алгоритма поиска неисправностей представлена на рис. 2. Оператор принимает частное решение на основе анализа процесса контроля и априорных соображений, затем выдвигает гипотезу о предполагаемой неисправности в одной из подсистем ОК, принимая ее вероятность за единицу. Для проверки этой гипотезы предусмотрена подача пробного (стимулирующего) сигнала на вход i -й подсистемы.

После оценки выходного сигнала по устройству отображения информации оператор либо утверждает в своем решении, либо отбрасывает его и проверяет оставшуюся «половину» ОК, либо углубляет поиск до уровня смежного блока, снова выдвигая гипотезу и используя стимулирующие сигналы.

Такая модель не противоречит общей теории функциональных систем, так как принятие решения, после того как закончится афферентный синтез, заключается в выборе заданной программы реализации поставленной цели, что соответствует этапам проверки гипотез в каждом «слое». В аппарате акцептора действия проявляется одна из самых сложных и интересных сторон в деятельности мозга. Именно в этом аппарате происходит оценка полученного результата. При этом, если результат соответствует прогнозируемому, то организм переходит к следующему этапу поведенческого континуума. Если же результат не соответствует прогнозу, то в аппарате сличения возникает рассогласование, активизирующее ориентировочно-исследовательскую реакцию, которая, поднимая ассоциативные возможности мозга на высокий уровень, тем самым помогает активному подбору априорной и апостериорной информации [18].

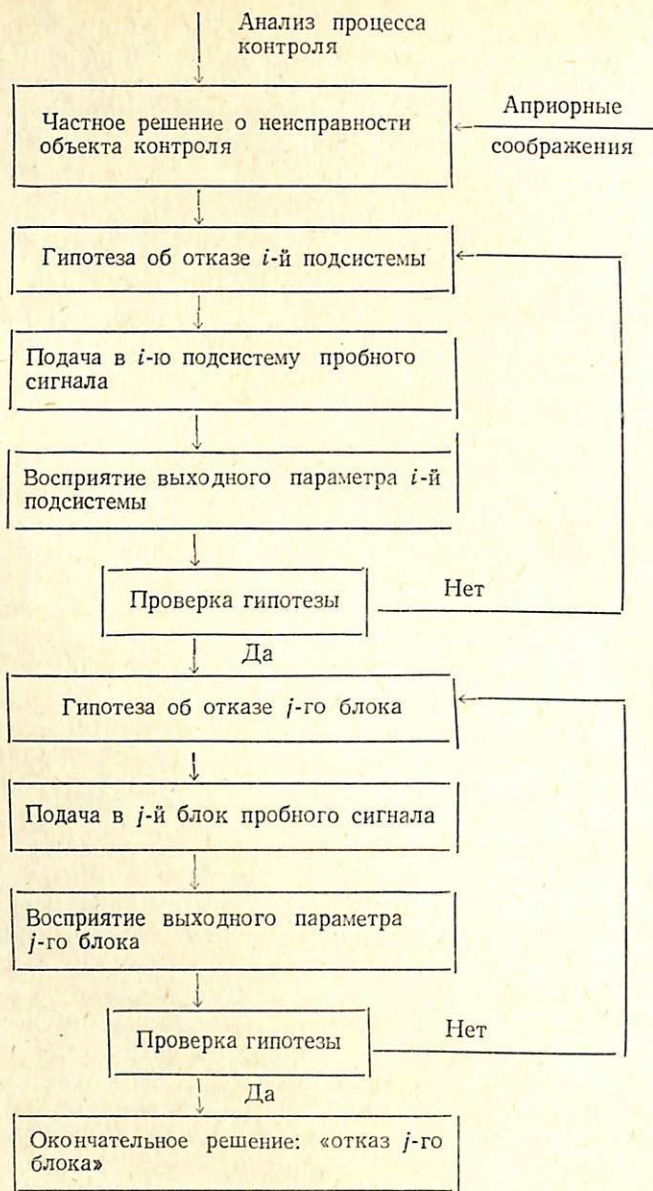


Рис. 2. Структурная схема алгоритма поиска неисправностей

Обратные связи между различными уровнями частных решений также объясняются работой аппарата сличения и свойством самоконтроля психических явлений. Операции сличения реальных результатов в процессе решения с выдвигаемыми гипотезами являются центральными в общем механизме мыслительной деятельности.

Сличение как акт проверки входит во все этапы решения мыслительной задачи, включая формирование гипотез и их конкретизацию в процессе поиска неисправностей. Здесь гипотеза является как бы промежуточным эталоном, правильность которого либо подтверждается, либо ставится под сомнение после сличения с ним реально полученного результата. Рассогласование между прогнозируемым и фактическим результатом становится условием для выработки дальнейшего хода решения. Он заключается либо в перепроверке уже полученного результата, либо в формировании новой гипотезы и ее последующей верификации. Психологическим содержанием аппарата сличения является образ-эта-

лон заданного состояния объекта контроля, с которым сравнивается поступающая на вход аппарата сличения информация о текущем состоянии ОК. Если оно не совпадает с эталонным значением, то в аппарате сличения вырабатывается сигнал рассогласования, который подается на вход аппарата выбора целесообразного воздействия на объект. В аппарате выбора, с учетом поступившего в него сигнала рассогласования, вырабатывается и мысленно «проигрывается» соответствующий алгоритм воздействия. Информация о предполагаемом исходе намечаемого воздействия снова поступает в аппарат сличения для сравнения с образом-эталонном заданного состояния объекта. Если результат проверки покажет несоответствие прогнозируемого результата образу-эталону, то в аппарате сличения опять появится сигнал рассогласования, который снова поступает в аппарат выбора, где анализируется для выработки нового частного решения. При отсутствии рассогласования между предполагаемым результатом и образом-эталонном принимается окончательное решение. Этот же процесс является и выражением принципа самоконтроля действий человека-оператора [19].

Число уровней («слоев»), на которых принимаются частные решения, зависит от степени сложности объекта контроля, совершенства системы контроля, степени подготовки и опыта оператора.

Применение математики в психологии, в частности прикладной теории информации в новой трактовке ее основания, целесообразно и полезно. В системах контроля и испытаний эта теория позволяет строить математические модели принятия решений о состоянии объектов контроля и поиска неисправностей. Это справедливо при любом уровне автоматизации, так как процессы принятия решений присущи только человеку. Он ставит задачи машине, разрабатывает критерии, оценивает результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы принятия решения. М., 1976.
2. Ишин С. С. Методы анализа и синтеза систем контроля сложных объектов с учетом эргономических факторов. М., 1978.
3. Ломов Б. Ф. О системном подходе в психологии.— *Вопр. психологии*, 1975, № 2, с. 13—30.
4. Завалишина Д. Н., Ломов Б. Ф., Рубахин В. Ф. Уровни и этапы принятия решения.— В сб.: Проблемы принятия решения. М., 1976, с. 16—32.
5. Забродин Ю. М. Процесс принятия решения на сенсорно-перцептивном уровне.— В сб.: Проблемы принятия решения. М., 1976, с. 34.
6. Рубахин В. Ф. Психология принятия решения.— *Ж. основных исследований в психологических науках*, 1974, вып. 2, с. 91—104.
7. Анохин П. К. Теория функциональной системы как предпосылка к построению физиологической кибернетики.— *Биологические аспекты кибернетики*. М., 1962, с. 96.
8. Ронжин О. В., Рубахин В. Ф. О некоторых проблемах информационной подготовки принятия решений в системах контроля и управления.— *Матер. VI симпозиума по кибернетике*. Ч. I. Тбилиси, 1972, с. 120.
9. Душков Б. А., Ломов Б. Ф., Рубахин В. Ф., Смирнов Б. А. Основы инженерной психологии. М., 1977.
10. Ломов Б. Ф., Николаев В. И., Рубахин В. Ф. Некоторые вопросы применения математики в психологии.— В кн.: Психология и математика. М., 1976, с. 6—42.
11. Эргономика. Принципы и рекомендации. Вып. 3. Исследование процессов принятия решения/Под ред. В. П. Зинченко, Г. П. Смоляна. М., 1971, с. 27—29.
12. Кочергин А. Н., Ладенко И. С. Проблема интуиции в принятии решений.— *Матер. VI симпозиума по кибернетике*. Ч. I. Тбилиси, 1972, с. 62.
13. Кожарский Л. А., Михайлов Б. П. Информационный подход к созданию современных систем автоматической диагностики ЭВМ.— В сб.: Вычислительная техника социалистических стран. Вып. 2. М., 1977, с. 78—81.
14. Кожарский А. А. Проблемы теории связи. М., 1979.
15. Кобозев Ю. И. Исследования в области термодинамических процессов информации и мышления. М., 1971.
16. Рубахин В. Ф. Эвристические процессы при обработке информации человеком и их модельное представление.— *Матер. V Всесоюз. конф. по инженерной психологии*. Вып. 2. М., 1979, с. 77—80.
17. Ишин С. С., Гнедов Г. М., Иванов Л. Д. Инженерно-психологические требования к автоматизированным системам контроля и управления. Л., 1973.
18. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем.— В кн.: Принципы системной организации функций. М., 1973, с. 52.
19. Никифоров Г. С. Самоконтроль как механизм надежности человека-оператора. Л., 1977, с. 38.