

УДК 65.015.3

А. Ф. Верлань*, д-р техн. наук,

М. Ф. Сопель**, канд. техн. наук,

Ю. О. Фуртат*, аспірант

*ІПМЭ ім. Г. Е. Пухова НАН України, г. Київ,

**Інститут електродинаміки НАН України, г. Київ

ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ОПЕРАТОРОВ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (СППР)

Рассматривается задача оценки состояния операторов СППР. Как один из способов решения этой задачи предлагается создание системы автоматизированного оперативного тестирования на рабочем месте.

Также рассматривается эффективное множество диагностических параметров для оценки состояния операторов СППР. Предлагаются методики работ с каждым из параметров.

Ключевые слова: *состояние оператора, оперативное тестирование, диагностический параметр, риск, оправданность риска, оперативная память, объём внимания, решающее правило.*

Введение. К физическому и психологическому состоянию операторов предъявляются высокие требования, что обусловлено сложностью и ответственностью их работы.

Существует большое количество тестов и методик диагностирования психофизиологического состояния человека [1—5]. Для отбора операторов применяются как профессиональные методы, так и оперативное тестирование. При оперативной диагностике психофизиологического состояния оператора проверяется время реакции, внимание, логическое мышление, координация работы с периферийными устройствами рабочего места, умение принимать решения в условиях быстрой смены обстановки. Одним из наиболее популярных подходов при этом является задание испытуемому тестов и получение диагностических параметров, сравниваемых затем с эталонным образцом требуемого специалиста.

Наиболее полный, т. е. комплексный анализ профессиональной пригодности может быть проведен с привлечением к тестированию опытных психологов, однако специалистов высокого класса пока ещё недостаточно, тогда как количество специалистов-операторов велико и непрерывно возрастает. В связи с этим большое значение приобретают автоматизированные системы тестирования. При этом такие

системы должны решать задачи, связанные как с разработкой тестов, так и с их компьютерной реализацией [6, 7].

Следует особо выделить **оперативное тестирование на рабочем месте**, поскольку оно, с одной стороны, должно обеспечивать заданную глубину тестирования, а с другой — подчиняться ограничениям компьютеризованного рабочего места оператора.

Во-первых, тестирование не должно отвлекать оператора от выполнения основной функции на рабочем месте, а потому должно проводиться в фоновом режиме (за исключением начального тестирования при допуске к рабочему месту).

Во-вторых, в силу компьютеризованности рабочих мест операторов большинства специальностей сами тесты также должны представлять собой компьютерную программу, что требует максимальной формализации процесса построения тестов и собственно тестирования. Формализация также позволит избежать избыточности тестов и информации, получаемой в результате тестирования.

Методика тестирования и адаптации операторов при этом выглядит следующим образом:

- 1) перед началом работы осуществляется проверка состояния оператора, вывод о допуске к работе делается по результатам теста;
- 2) если результаты теста оказываются неудовлетворительными, то проводится адаптация оператора путём повторения тестов несколько раз с учётом результатов каждого теста;
- 3) периодически в фоновом режиме проверяется состояние оператора.

Методика и программные средства оперативного тестирования являются основой и для профессионального отбора. Кроме того, они служат для получения эталонных значений диагностических параметров и исследовательской работы по оценке качества тестирования. Программная реализация оперативного тестирования организуется по модульному принципу, позволяющему менять и наращивать количество тестов в зависимости от конкретных требований и условий тестирования.

При этом и сами тесты, являющиеся основой оперативного тестирования, должны быть реализованы программно.

Основными этапами создания программного тестового обеспечения являются:

- 1) выбор и формирование состава тестов;
- 2) разработка программных средств реализации тестов;
- 3) формирование минимального пространства информационных диагностических параметров;
- 4) получение эталонных значений диагностических параметров и правил принятия решений;
- 5) формирование и выдача информации о результатах тестирования.

Пункты 1 и 4 тесно связаны с психологическими аспектами (например, можно использовать существующие методики профессионального отбора); пункты 2 и 5 относятся к программированию, во многом они зависят от специфики компьютеризованного рабочего места, на котором будет проводиться тестирование; пункт 3 раскрывает возможность оптимизации процесса тестирования за счёт выбора минимально необходимого набора параметров и использования эффективных алгоритмов работы с ними.

Диагностические параметры. Перспективным представляется выбор таких параметров оценки психофизиологического состояния, как отношение оператора к риску, оперативной памяти и внимание. При этом время реакции на тестовое воздействие и ошибки в ответах должны позволить оценивать собранность и координацию действий оператора, поскольку зависят от этих личностных особенностей.

В основе методики оценки отношения оператора к риску лежат такие понятия как оправданный и неоправданный риск, чрезмерная осторожность. Результат зависит от вероятности наступления неблагоприятных последствий в случае принятия определённого решения и их величины.

Методика оценки оперативной памяти оператора заключается в отслеживании способности оператора запоминать последовательности образов (символов, цифр) и реагировать на дополнение последовательности (например, указывая, в который раз встречается определённый образ).

Методика исследования объёма внимания в значительной мере подобна оценке оперативной памяти, но от оператора требуется принять определённое решение на основании информации, кратковременно отображаемой на дисплее рабочего места оператора.

Сами методики уже достаточно хорошо изучены и математизированы [2, 3], что позволяет без особого труда реализовать их как часть программного обеспечения.

Рассмотрим отдельно методику оценки каждого из названных параметров.

Тест для диагностики отношения оператора к риску. Согласно [2], большую роль при принятии решений играет степень оправданности риска — вероятности того, что осуществление некоторого поведения повлечёт за собой определённые неблагоприятные последствия для субъекта. Поведение, сопряжённое с некоторой степенью риска, принято называть рискованным.

Риск — явление объективное, и субъект может осуществлять рискованное поведение, даже не подозревая об этом. Субъективным же может быть не риск как таковой, а лишь оценка его степени. Причём субъективной не как любая оценка, а как принадлежащая именно тому, кто осуществляет рискованное поведение.

Субъективная оценка степени риска может как совпадать с объективной, так и отклоняться от неё в большей или меньшей степени. При этом под объективной оценкой подразумевается оценка, которая может быть вычислена на основе анализа физических (а иногда и психологических) факторов ситуации, могущих стать или уже ставших источником неблагоприятных последствий. Существенную роль в объективном оценивании играет учёт относительной частоты возникновения неблагоприятных последствий в условиях многократного стереотипно повторения данной или аналогичных ситуаций в прошлом.

Классификация риска по параметру оправданности-неоправданности не зависит также от степени осознанности субъектом рискованности действия. Возможны случаи оправданного принятия риска, основанного на интуиции, что исключает возможность осознания всех существенных аспектов ситуации. Длительное же обдумывание ситуации может привести к принятию объективно неоправданного риска.

Наряду с оправданным и неоправданным риском существует также неоправданная осторожность. Таким образом, при оценке отношения оператора к риску, кроме всего прочего, необходимо получить достаточно точные ответы на два вопроса: 1) имеется ли у оператора на данный момент склонность к неоправданному риску; 2) обладает ли он способностью пойти на риск оправданный.

Чтобы тест удовлетворял требованиям валидности и надёжности, положенные в его основу концепты должны быть надлежащим образом формализованы, а его теоретическая база — адекватно выражена в соответствующих математических зависимостях.

В нашем случае главной функцией математической модели ситуации принятия решения является чёткое разграничение ситуаций оправданного и неоправданного принятия риска, а также условий, при которых действия оператора следует классифицировать как проявление чрезмерной осторожности.

Для начала определим риск R как функцию вероятности неблагоприятных последствий P и их величины X :

$$R = f(P, X). \quad (1)$$

Отметим, что области возможных значений P и X лежат соответственно в интервалах $[0; 1]$ и $[0; \infty)$.

В соответствии с формулой математического ожидания:

$$M[X] = P(A)X(A) - P(B)X(B). \quad (2)$$

Оправданность-неоправданность риска определяется соотношением вероятностей P и величин X как ожидаемого выигрыша A , так и возможных неблагоприятных последствий B . Очевидно, что если $M[X] \leq 0$, то риск является неоправданным, если же $M[X] > 0$, то в

поведении субъекта неоправданное принятие риска отсутствует. Таким образом, $M[X] = 0$ является порогом оправданного принятия риска.

Хотя не во всех ситуациях риска конкретные значения связанных с ним величин благоприятных и неблагоприятных последствий, а также их вероятностей могут быть определены достаточно точно, можно создать модельную ситуацию, в которой соотношение вероятностей будет задано как для двух взаимоисключающих событий:

$$P(A) + P(B) = 1. \quad (3)$$

А величина ожидаемого выигрыша и величина возможных потерь будут связаны соотношением:

$$X(A) = -X(B). \quad (4)$$

Приравнявая тогда математическое ожидание нулю и преобразуя формулу (2) с учётом (3) и (4), получаем:

$$P(A) = 0,5, \quad (5)$$

т.е. порог оправданного риска при соблюдении условий (3) и (4) достигается при вероятности, равной 0,5 и не зависит ни от величины выигрыша и потерь, ни от распределения вероятностей реализации возможных альтернатив. Обозначим вероятность $P(A) = 0,5$ как P_{\min} . Если имеет место вероятность

$$P(A) \leq P_{\min}, \quad (6)$$

то принятие риска в данной ситуации было бы неоправданным.

С уменьшением величины ожидаемого выигрыша и, соответственно, с увеличением вероятности его достижения, функция математического ожидания, определяемого по формуле (2), будет возрастать, но лишь до определённого момента, начиная с которого поведение оператора может рассматриваться как чрезмерно осторожное. Максимальное значение математического ожидания является, таким образом, порогом чрезмерной осторожности.

Обозначим через P_{\max} вероятность реализации альтернативы, начиная с которой функция (2) становится невозрастающей. Если вероятность выбранной поведенческой альтернативы $P(A)$ удовлетворяет соотношению

$$P(A) > P_{\max}, \quad (7)$$

то испытуемый практически не рискует, проявляя чрезмерную осторожность.

Об оправданном принятии риска свидетельствует выполнение условия

$$P_{\min} < P(A) < P_{\max}. \quad (8)$$

Тест для диагностики оперативной памяти. Оперативная память определяется как память, где информация должна храниться до окончания выполнения некоторой (текущей) операции, после чего память очищается для принятия и хранения новой порции информации. В чём-то она подобна кратковременной памяти, но существуют и различия.

Основной отличительной чертой оперативного запоминания является его своеобразная перманентность. Оперативная память обычно представляет собой достаточно длительный и непрерывный процесс, в котором операции восприятия, сохранения, переработки, воспроизведения и забывания определённых порций информации переплетаются и чередуются друг с другом. При этом объектом запоминания становятся не только сигналы, поступающие извне, но и собственные предшествующие действия оператора, в том числе продукты мысленной и инженерной переработки воспринятой ранее информации. Сопряжённость оперативной памяти с другими психическими процессами, её включённость в деятельность по управлению сложными производственными и транспортными системами обуславливает особо высокие требования к точности и надёжности её функционирования.

При этом методика оценки качества (диагностики) оперативной памяти в целом довольно проста. От испытуемого требуется лишь быстро и точно указать при появлении на экране некоторого символа из набора – сколько раз данный символ уже появлялся на экране. После правильного ответа последовательность продолжится, и на экране появится новый символ. В случае же ошибки, последовательность начнётся сначала (или же будет выдано предупреждение для нескольких первых ошибок). При этом фиксируются следующие величины:

- количество корректно выполненных мнемонических операций — C ;
- длительность безошибочного функционирования — T сек.;

- темп выполнения задания $A = \frac{C}{T}$;

- эффективность работы $E = \frac{C^2}{T}$.

Тест исследования объёма внимания оператора. В ходе этого теста определяется возможность оператора кратковременно удерживать в памяти ситуацию на экране и выдавать управляющее воздействие согласно этой ситуации. Одновременно контролируется координация и быстрота реакции оператора.

При этом сама методика тестирования, как и в предыдущем случае, проста. Оператору на короткое время демонстрируется квадратное поле из серых клеток, часть которых помечена каким-либо дополнительным цветом, образуя «змейку». Потом все клетки стано-

вятся серыми, и оператору предлагается последовательно восстановить «змейку» с помощью управляющих клавиш. С каждым успехом «змейка» становится длиннее. В случае ошибки испытание начинается сначала (или же будет выдано предупреждение для нескольких первых ошибок). Длина последней успешно восстановленной «змейки» и скорость, с которой оператор справился с заданием, позволяют оценить его объём внимания.

Можно видоизменять задание, экспериментируя с различными цветами и их комбинациями, что позволяет дополнительно оценить восприимчивость оператора к определённому цвету, или же заменить «змейку» произвольной комбинацией окрашенных полей (упорядоченных, например, с помощью номеров или порядка появления на экране).

Решающие правила. Помимо задачи создания тестов, существует задача обработки их результатов. Для этого необходимо получить эталонные значения диагностических параметров, с которыми будут сравниваться результаты тестирования, и построить решающие правила, позволяющие обоснованно принять решение о состоянии тестируемого человека.

Один из способов состоит в экспериментальном получении эталонных значений диагностических параметров (профиля специальности). Для этого, естественно, необходимы «эталонные» специалисты, профессиональная пригодность которых определена другим способом.

В общем виде одна из процедур получения эталонных значений состоит из следующих этапов:

- 1) формируется группа специалистов, хорошо решающих профессиональные задачи;
- 2) в результате проверки этой группы на множестве тестов определяются математическое ожидание и ковариационная матрица диагностических параметров;
- 3) на основе аппроксимации области рассеяния диагностических параметров строятся решающие правила.

Более сложная процедура получения решающих правил состоит в выделении группы, содержащей два класса специалистов — «хорошие» и «плохие» специалисты. На основе обработки результатов тестирования этой группы можно построить решающие правила, позволяющие с заданной вероятностью отнести тестируемого к классу «плохих» или «хороших» специалистов. В этом случае для обработки результатов тестирования привлекаются методы теории распознавания образов [4, 8]. Однако сама методика построения правил не отличается от описанной выше.

Автоматизированная система тестирования, таким образом, может быть представлена в виде программной надстройки над рабочим местом оператора СППР, состоящей из собственно модуля тестирования

(начального и фонового) и базы знаний, содержащей профили операторов и решающие правила. При этом должна быть возможность наполнения базы знаний как извне (результаты профессионального психологического тестирования), так и в результате тестирования операторов.

Нагляднее всего такую надстройку позволит представить диаграмма потоков данных (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма потоков данных автоматизированной системы тестирования

Программно такая система может быть реализована с помощью резидентного модуля (для фонового тестирования необходима постоянная активность параллельно с процессами рабочего места оператора) или динамически подключаемой библиотеки (тогда вызов может происходить непосредственно из рабочих программ автоматизированного рабочего места оператора).

Заключение. Оперативное тестирование на рабочем месте является удобным методом оценки состояния оператора СППР и обучающих систем, не требующим регулярного привлечения специалистов-психологов. Рассмотрены основные требования к такому тестированию и предложены эффективные с точки зрения минимизации расхода ресурсов рабочего места и отвлечения оператора от основной задачи методики реализации системы тестирования. Предложен минимальный эффективный набор диагностических параметров, а также методика построения решающих правил на основе множества тестов. Минимальный набор диагностических параметров, включающий склонность к риску, качество оперативной памяти и объём внимания, позволяет достаточно полно охарактеризовать психофизиологическое состояние оператора

СППР и обучающих систем. При этом на основе простых алгоритмизированных методик возможно построение системы тестирования.

Список использованной литературы:

1. Методика и техника исследований операторской деятельности / отв. ред. В. Г. Волков — М. : Наука, 1985.
2. Задачи и методы профессиональной психодиагностики / под ред. В. И. Войтко, Ю. З. Гильбуха. — К. : 1981.
3. Воробьев Г. Автоматизированная система профориентационного тестирования на ПЭВМ : АН СССР. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» / Г. Воробьев — М. : Препринт, 1988.
4. Анастаси А. Психологическое тестирование. / А. Анастаси, С. Урбина. — СПб. : 2001. — 688 с.
5. Бодалев А. А. Общая психодиагностика / А. А. Бодалев, В. В. Столин. — СПб. : 2000. — 440 с.
6. Гадецкая З. М. К вопросу об автоматизации построения тестов успешности обучения / З. М. Гадецкая, М. Ф. Ус // Материалы XXVI научно-технической конференции «Моделирование». — К. : ИПМЭ НАНУ, 2007. — С. 20—21.
7. Русин В. П. Структурно-лингвистические методы распознавания изображений в реальном времени / В. П. Русин — К. : Наукова думка, 1986. — 128 с.

In this article the task of evaluation of the decision support systems (DSS) operators' state is examined. Creation of the automated system of operative testing in the workplace is proposed as one of this task's solution methods.

An effective array of diagnostic parameters for DSS operators' state evaluation is also considered. Working procedures for each parameter are suggested.

Key words: *operator's state, operative testing, diagnostic parameter, risk, risk justifiability, operative memory, range of attention, decision rule.*

Отримано 25.06.10