

Биотехнические системы оценки уровня Готовности к работе человека-оператора

Попечителев Е.П.

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
“ЛЭТИ”, г. С. Петербург*

Введение. Многие виды деятельности человека в современном технологическом мире связаны с обслуживанием и управлением сложными техническими комплексами с помощью информационных систем. В таких системах человек обычно выполняет функции человека-оператора (ЧО), и от его готовности к работе зависит качество и эффективность работы всего комплекса в целом. Ответственность, возлагаемая на ЧО, заставляет разрабатывать специальные тестовые системы для контроля готовности человека к работе. Центральное место при определении уровня подготовки технического специалиста к практической работе занимают опросники, статические тестовые методики, выполняемые индивидуально, и другие методы самооценок благодаря простоте инструментальных средств и легкости получения информации. Они позволяют выявить не только уровень знаний, но многие профессионально важные качества такие как: особенности зрительного и слухового аппарата, моторной деятельности, многие психофизиологические характеристики личности, психологическую устойчивость и т. п.

Особое значение такие исследования имеют при профориентационной работе, отборе кандидатов на должность, оценке готовности человека к работе в начале и в процессе выполнения работы. Для работодателя эти характеристики позволяют легче определиться с будущим профилем работы специалиста и оценить его возможности с учетом задач конкретного предприятия.

Однако, известно, что данные, полученные на основе самооценок и даже оценок экспертов, проводящих подобные исследования, подвержены действию искажений, для коррекции которых необходимо регулярно изменять тесты, методики проведения тестирования и условия, в которых они проводятся. Значительные методические проблемы возникают при тестировании ЧО в процессе работы. Современные системы диагностики психологического состояния человека и комплексы для обучения навыкам и приемам выполнения определенных задач нуждаются в новых более точных, совершенных методах проведения профориентации, профотбора и обучения.

В настоящее время нашла применение так называемые *методики объективного тестирования с контролируемой экспериментальной ситуацией* [1, 2, 3]. Результаты, получаемые по таким методикам, отражают радикально новый подход к исследованию личности на основе объективного измерения поведения испытуемого при выполнении теста, сопоставление этих результатов с изменениями физиологических и психофизиологических характеристик личности с последующей оценкой стоимости достижения результата. В основе методов объективного тестирования лежит принцип конструирования специальных рабочих микроситуаций, способствующих выявлению проблемных свойств личности.

В статье рассматривается один из возможных подходов к организации профессионального тестирования технических специалистов, который основан на использовании специализированных биотехнических систем, позволяющих проводить многомерные тестовые эксперименты, которые построены на базе рефлексивных компьютерных игр.

Многомерный тестовый эксперимент. Работа человека-оператора чаще всего связана с анализом информации, поступающей к нему через сенсорные анализаторы. На основании ее ЧО в своем сознании строит так называемый оперативный образ рабочей ситуации и принимает какие-то решения. Способность надежно и быстро распознавать такие образы необходима ЧО; она позволяет ему надежно и быстро определять реальную ситуацию, обнаруживать неординарные, в том числе и экстремальные, ситуации, и принимать своевременные решения по ее управлению. Сами образы представляются челове-

ку через устройства отображения информации, рассчитываемые на тот или иной сенсорный анализатор человека.

Поведение человека в реальной ситуации сложно и определяется множеством трудно учитываемых внешних и внутренних факторов. Поэтому на его решения влияет вся поступающая к нему информация: о состоянии управляемого им комплекса, параметрах внешней среды, его рабочего окружения, состояния здоровья, готовности к работе, уровня владения навыками решения профессиональных задач и т. д. Вследствие этого обычные системы отображения информации становятся громоздкими и требуют от ЧО специальной подготовки в их использовании.

Выбор определённого решения в ответ на поступающую информацию можно трактовать как сенсомоторную реакцию на сложный оперативный образ рабочей ситуации, представленный ЧО. В критических ситуациях такая реакция должна быть доведена до автоматизма, чтобы избежать серьезных последствий и аварий. Подобный автоматизм достигается путем длительных тренировок не только ЧО, но всего обслуживающего персонала, так как для успешного разрешения ситуации необходима согласованность действий всех участников. Следовательно, можно говорить о своеобразной “сенсомоторной реакции” коллектива специалистов, занятых решением общей задачи. Таким образом, целесообразно предусматривать не только тестовые системы для оценки параметров одного ЧО, но и рассматривать такие обучающие и контролируемые тестовые системы, которые позволяют регистрировать показатели для коллектива одновременно работающих специалистов.

Отмеченные особенности являются предпосылками для создания тестирующих систем, позволяющих проводить необходимые исследования в обстановке, близкой к реальной работе, но использующей *синтезированные информационные данные*, которые предъявляются ЧО (или группе ЧО) на тех же устройствах отображения, что и устройства реальных комплексов.

Многомерный тестовый эксперимент обладает рядом достоинств:

- возможен учет всех факторов, контроль которых необходим, при этом в процессе эксперимента производятся измерения множества сопутствующих признаков, независимость которых заранее не определена;

- возможно выявление четких взаимосвязей между регистрируемыми параметрами, анализ которых позволяет, в свою очередь, выявить скрытые структурные факторы, от которых зависят вариации измеряемых параметров. По этой причине с методологической точки зрения стратегия многомерного эксперимента строится таким образом, чтобы не столько выявить определенный набор ярких проявлений личности, сколько вскрыть важные функциональные и структурные связи, лежащие в основе таких проявлений;

- усилена эффективность в исследовании реальных ситуаций без риска их искажений или загрязнения побочными явлениями, возникающими при создании искусственных экспериментальных условий;

- соединены достоинства целостного подхода, свойственного клиническому методу, с достоинствами метрического подхода, позволяющего получать количественные оценки.

Именно с этих позиций многомерный вариант проведения экспериментов с использованием, в том числе контаминирующих эффектов, следует оценивать как более прогрессивный.

Рефлексивные компьютерные игры. Перспективной формой организации объективных тестовых методик может служить компьютерная игра, построенная на принципе рефлексии, т.е. *с предоставлением возможности управления со стороны испытуемого предметом деятельности на основе приобретаемого опыта и воображения без непосредственных информационных контактов с самим предметом* [1, 4]. Рефлексивное управление способствует уравниванию сенсорных потоков, воздействующих на человека и вызывающих ответные реакции, и способствуют непрерывному гармоническому саморазвитию здорового человека.

Автоматизированные системы, использующие различные информационные тестовые воздействия, реакция на которые со стороны испытуемого дает информацию об изучаемых свойствах его личности, относятся к классу биотехнических измерительно-вычислительных систем с тестовыми воздействиями (БТИВС ТВ) [2, 5, 6]. При построении таких БТИВС ТВ необходимо решить три задачи:

- подбор теста, с помощью которого осуществляется управляемое информационное воздействие на испытуемого;
- выбор “руководящего принципа”, в соответствии с которым испытуемый принимает то или иное решение по изменению содержания тестового изображения;
- реализация “тестовой реакции” на воздействие – ответной реакции испытуемого на предъявляемый тест, позволяющей ему выполнить выбранное решение.

По существу эти три проблемы определяют все разнообразие существующих тестовых методик и систем. Выбор модальности теста обычно осуществляется с учетом изучаемого личностного свойства и возраста испытуемого, владения им навыками работы с тестами, условиями труда и другими факторами. К выбору руководящего принципа также нужно подходить ответственно, чтобы отсутствие сложных навыков управления не мешало оценке исследуемого свойства личности. Для реализации тестового действия со стороны испытуемого в ответ на воздействие обычно используются простейшие реакции: нажатие кнопки по выбору, указание объекта световым пером, перемещение курсора для подтверждения выбираемого фрагмента изображения и другие простейшие движения, которые широко используются в повседневной жизни. Точный подбор всех трех характеристик тестовой методики гарантирует воспроизводимость, надежность и достоверность результатов тестирования.

Наиболее простые тестовые исследования основаны на сенсомоторных реакциях (СМР) человека. В качестве тестовых стимулов обычно используют хорошо зарекомендовавшие себя на практике стимулы трех сенсорных модальностей: зрительные, слуховые и тактильные, т. е. те модальности, которые используются и представлении ЧО оперативного образа реальной ситуации. Анализ возможных вариантов показывает, что эти модальности являются достаточными для оценки состояния не только нервной системы человека, на их основе легко построить и тестовых методики оценки профессиональных качеств и уровня профессиональных знаний как одного, так и группы одновременно работающих специалистов. При этом фиксируемые показатели дополняют оценку ситуации, характеризую ее с разных сторон.

Дополнительные возможности такого тестирования появляются, если воспользоваться физиологически обоснованными воздействиями для стимуляции этих реакций [6], особенно на этапах обучения и подготовки к выходу на вахту. В качестве подкрепляющих воздействий можно использовать энергетические раздражители тех же модальностей или воздействия импульсным электрическим током в зонах чувствительности.

Можно выделить две задачи такого стимулирования. Первая задача – это быстрое приведение состояния организма человека, его нервной системы к “боевой” готовности, т. е. к работе. Вторая задача – тренировка СМР, когда на человека и его нервную систему оказывается такое воздействие, при котором время реагирования на определенный вид воздействия становится меньше, а сам эффект сохраняется как можно дольше. Такая тренировка ЧО особенно важна, например, для быстроты реакции на сенсорные стимулы в экстремальных ситуациях.

Интегральные визуальные стимулы. Наиболее широкие возможности для формирования оперативных образов предоставляют тесты зрительной модальности, в частности знаковые визуальные стимулы разной формы. Известны также системы, основанные на использовании слуховых и тактильных тестов, когда в качестве воздействий используются звуковые сигналы или тактильные прикосновения. Звуковые тоны разной частоты и специально подобранные комбинации звуков, шумовые воздействия, речь для слуховых тестов и прикосновения, вибрации разной частоты и силы для тактильных те-

стов позволяют создать большой алфавит воздействий. Возможно создание и более сложных оперативных образов, включающих такие воздействия, которые воспринимаются сразу несколькими сенсорными системами человека. В частности, на практике получили распространение зрительно-слуховые сигнальные тесты (например, для операторов гидролокационных систем) и тактильно-слуховые образы (например, для слепых людей).

Многопараметричность тестов означает использование разных параметров тестов для одновременной передачи нескольких характеристик моделируемой рабочей ситуации. Наибольшими возможностями обладают зрительные тесты, содержащие знаковые интегральные графические символы (ИГС) различной формы [2, 5]. Объективизация результатов достигается разработкой строго формализованных процедур формирования и отображения таких тестовых заданий, оптимальным выбором тестовой реакции испытуемого и адекватным отображением результата исследования, что позволяет получать одинаковые суждения всеми исследователями независимо от их симпатий и уровня мастерства. Для представления результатов можно использовать такие же ИГС, параметры которых уже будут отображать итоги выполнения тестов. Это позволяет быстро расшифровать их каждому участнику экспериментов.

При выборе формы ИГС необходимо учитывать ряд условий, чтобы можно было бы их просто расшифровывать человеку:

- независимость используемых параметров графических символов;
- простота формирования символов техническими средствами;
- легкость различения разных параметров, одновременно используемых при формировании стимулов;
- независимость регулировки параметров через пульты управления ЧО;
- легкость интерпретации получаемого символа.

Совмещение всех перечисленных требований представляет собой сложную техническую задачу. При их формировании предлагается использовать *метод последовательного усложнения символов*, смысл которого заключается в следующем. Чтобы обеспечить независимость регулировок необходимо так построить программу формирования символа, чтобы усложнение сигналов управления устройствами отображения шло постепенно от простых параметров к сложным. Например, для формирования цветных символов необходимо управлять параметрами трех сигналов, задающих цвет формируемого фрагмента, а выбор места фрагмента на тестовом изображении требует управления одним сигналом, но с двумя регулировками – по горизонтали и вертикали, в то же время форма и размер может задаваться одной регулировкой и т.д. Отсюда следует, что первым из параметров должно быть место фрагмента на изображении, затем задается форма, размеры, его окраска и т.п. Оптимальность программы формирования тестами правильное расположение органов управления позволяют упростить работу испытуемых при выборе требуемого органа управления и быстрого выполнения тестовой реакции.

Для примера на рисунке представлен визуальный тест из двух фрагментов разных размеров, положения и окраски (рис. 1). Регулировки позволяют установить фрагмент в нужное положение на изображении, задать размер и окраску. Все регулировки должны быть независимы.

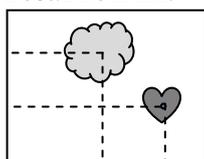


Рис. 1

При изучении свойств личности большое значение имеет оценка способности освоения навыков совместной работы со специалистами той же профессии или специалистами смежных профессиональных интересов [4, 6]. Воздействие тестами на основе ИГС можно осуществить и в групповых исследованиях, т.е. одновременно предъявлять группе испы-

туемых при независимой фиксации результатов работы каждого ее члена. В таких тестах изображение представляется в фрагментированном виде, когда каждый из группы испытуемых управляет параметрами своего фрагментом, а результат достигается при выполнении общей сюжетной задачи.

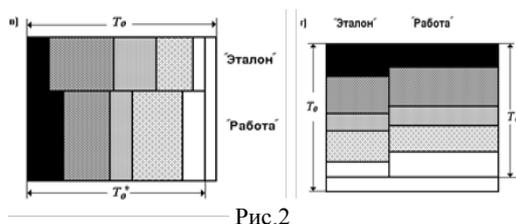


Рис.2

Пример так называемого “полоскового символа” для исследования работы группы ЧО приведен на рис. 2. Здесь каждый оператор из группы управляет шириной своего вертикального (или горизонтального) столбика, а сумма всех размеров автоматически поддерживается постоянной, что создает условия для группового теста. Изображение делится на две части “эталон” и “работа”, а группа ЧО должна общими усилиями подогнать рабочую область к эталонной. Можно предложить несколько вариантов подобного теста с разными условиями его выполнения.

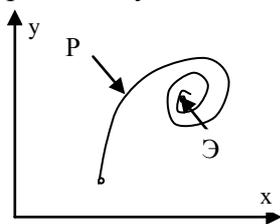


Рис.3

Очень важной задачей является организация контроля за работой группы в целом и каждого ее члена в отдельности. Для этого тоже можно воспользоваться ИГС, но его параметры должны отражать характеристики работы каждого члена группы и коллективный результат в наглядном виде, чтобы исследователь в реальном масштабе времени мог наблюдать все, что происходит с группой. Один из вариантов такого отображения приведен на рис. 3. Здесь на двумерной диаграмме обобщенных координат $\{x,y\}$ показано положение результата совместной работы (точка “Р”) и эталона (точка “Э”), а траектория характеризует изменение результата совместной работы во времени. Приближение точки Р к точке Э отражает процесс решения тестовой задачи и ошибку рассогласования.

Заключение. БТИВС ТС подобного типа легко перестраиваются на новые тесты и могут найти применение не только при оценке уровня индивидуальной подготовки ЧО, но и малых групп работающих вместе специалистов при выборе соответствующих тестовых изображений. Структура такой биотехнической системы для обоих вариантов тестовых исследований мало отличается. Разница только в выборе тестов, количестве пультов управления и сумматоре действий каждого оператора [3, 4].

Список литературы

1. Багрецов С.А., Опарина Н.М., Львов В.М., Шлаен Б.Я. Автоматизированные системы обучения. Методы и средства оценки эффективности. – Тверь: Изд-во ООО “Триада” – 2005. – 104 с.
2. Ахлаков М.К., Болсунов К.Н., Попечителей Е.П. Тестовые системы в медико-биологических исследованиях – СПб: СПб ГЭТУ “ЛЭТИ”. – 2003. – 80 с.
3. Попечителей Е.П. Компьютерные технологии изучения работы малых групп специалистов // Таганрог: Известия ЮФУ, Тематический выпуск “Медицинские информационные системы”. – № 5. – 2008. – Стр. 9-12
4. Попечителей Е.П., Болсунов К.Н. // Биотехнические системы оценки уровня готовности к совместной работе малых групп операторов // СПб: Известия СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, №6, 2010. – С. 83-91
5. Падерно П.И., Попечителей Е.П. Надежность и эргономика биотехнических систем / Под общей редакцией проф. Е.П. Попечителя. – СПб.: ООО “Техномедиа”, Изд-во “Элмор”. – 2007. – 264 с.
6. Попечителей Е.П. Методики диагностики и частичной коррекции функционального состояния человека с использованием технологий тренировки и стимуляции его сомоторной реакции // Тула: Вестник новых медицинских технологий. – Т. 16, № 3. – 2009. – С. 203-209

