

А. А. БАЛХАРЕТ, П. И. ПАДЕРНО

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРОСА

Рассматривается подход к оценке напряженности деятельности оператора, взаимодействующего с информационно-программными средствами. Подход основан на автоматизированном опросе оператора. Приведен анализ требований к автоматизированному опроснику и предложен его вариант, заключающийся в предъявлении оператору изображений специального вида. Исследованы вопросы периодичности предъявления информации.

Ключевые слова: напряженность деятельности, оператор, самооценка, автоматизированный опрос, информационно-программный модуль.

Состояние психической напряженности, возникающее при работе человека в трудных условиях, как правило, оказывает сильное влияние на эффективность его деятельности [1, 2]. Нередко напряженность деятельности в значительной степени зависит от ее правильной организации. С другой стороны, в ряде случаев напряженность деятельности может служить одним из важнейших критериев ее организации.

Для оценки напряженности используются способы, связанные с регистрацией изменений различных физиологических показателей [1, 2]. Однако несмотря на множество публикаций по психофизиологии и физиологии понятие напряженности деятельности на сегодняшний день не имеет достаточно четкого определения.

В настоящей статье рассматривается подход к оценке напряженности деятельности оператора, взаимодействующего с информационно-программными средствами. Предлагаемый подход основан на фиксировании самооценки оператором его деятельности, выявляемой путем автоматизированного опроса.

Для формализации рассматриваемой задачи введем следующие обозначения: $\mu(t)$ — мгновенное значение напряженности деятельности, $\mu(t) \geq 0$; $M(t_1, t_2)$ — интегральное (суммарное) значение напряженности на интервале $[a, b]$; $m(t_1, t_2)$ — среднее (удельное) значение напряженности на интервале $[a, b]$, которые характеризуются соотношениями

$$M(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} \mu(t) dt; \quad (1)$$

$$m(a, b) = \frac{M(a, b)}{b - a} = \int_a^b \mu(t) dt / (b - a), \quad (2)$$

откуда следует $M(t_1, t_2) = (t_2 - t_1)m(t_1, t_2)$.

Из определения интегрального значения напряженности (см. формулу (2)) следует, что функция $M(X, Y)$ является аддитивной, т.е. справедливо соотношение

$$M(X, Z) = M(X, Y) + M(Y, Z), \quad X < Y < Z.$$

Тогда выполняется равенство

$$m(X, Z) = \frac{(y - x)m(x, y) + (z - y)m(y, z)}{z - x},$$

которое позволяет оценивать такую важную характеристику, как среднее значение напряженности деятельности оператора при решении конкретной задачи.

На рис. 1 приведен график изменения напряженности деятельности оператора на некотором интервале времени. Анализ графика показывает, что функция $M(t_1, t_4)$ является аддитивной, т.е.

$$M(t_1, t_4) = M(t_1, t_2) + M(t_2, t_3) + M(t_3, t_4), \quad t_1 < t_2 < t_3 < t_4,$$

и тогда выполняется равенство

$$m(t_1, t_4) = \frac{(t_2 - t_1)m(t_1, t_2) + (t_3 - t_2)m(t_2, t_3) + (t_4 - t_3)m(t_3, t_4)}{t_4 - t_1}.$$

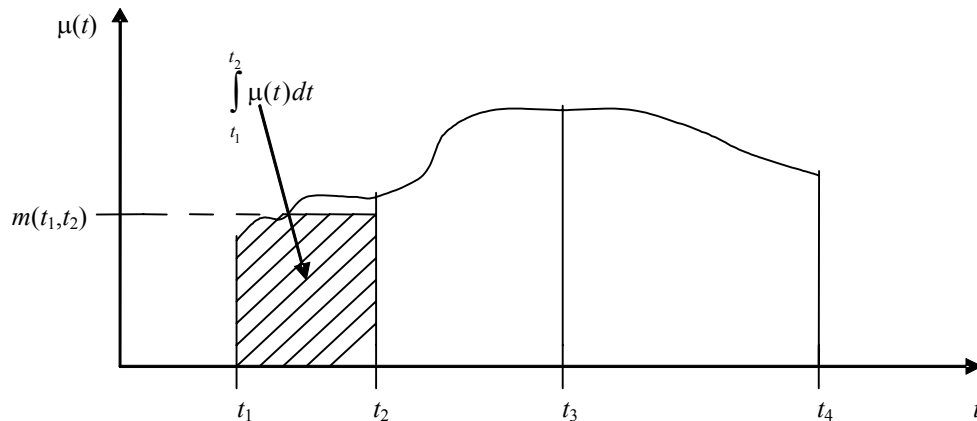


Рис. 1

Для получения объективной оценки различных составляющих напряженности необходимо использовать комплекс датчиков для регистрации отдельных показателей, а также обрабатывающий информационно-программный модуль, позволяющий корректно привести эти показатели к интегральному показателю. Однако имеется ряд технических и методических трудностей, обусловленных не только особенностями регистрации, первичной обработки и передачи информации, но и отсутствием достаточно апробированных и корректных моделей зависимости комплексного показателя (напряженности) от единичных показателей.

В тех случаях когда речь идет о влиянии изменения напряженности на результативность деятельности, следует, по-видимому, использовать субъективную оценку оператором напряженности его деятельности. Эту субъективную оценку будем считать стремящейся к истинной. Заметим, что хотя истинное значение напряженности деятельности неизвестно, ее субъективная оценка оператором в конкретные моменты времени может быть как пессимистической, так и оптимистической (рис. 2). При этом в оценке оператором конкретных видов деятельности могут преобладать либо те, либо другие, либо квазиобъективные оценки. Такие оценки являются достаточно постоянными для каждого конкретного оператора (и конкретного вида деятельности) и могут быть реализованы в виде самооценки.

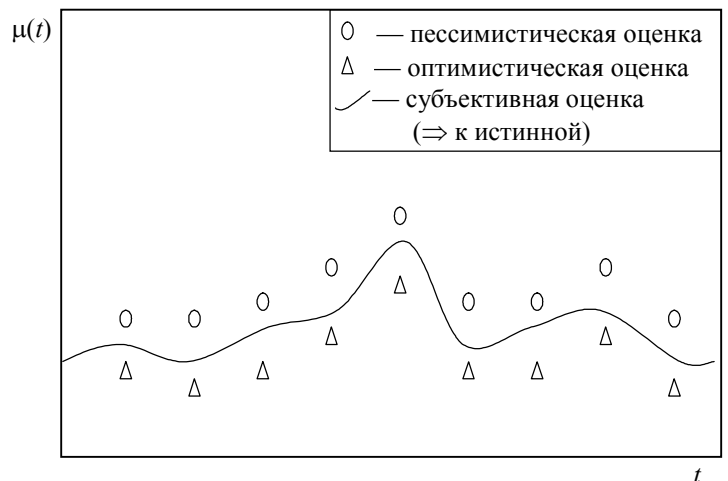


Рис. 2

Подход, основанный на фиксировании самооценки, реализуется путем автоматизированного опроса оператора. Средство автоматизированной оценки напряженности деятельности должно удовлетворять следующим требованиям:

1) быть встраиваемым в программный продукт или обеспечивать параллельное функционирование модуля оценки напряженности с основной программой;

2) обеспечивать дружелюбный интерфейс с пользователем, что предусматривает, в частности, быстрое обучение оператора; минимальное время, затрачиваемое оператором на ответ; при этом отвлечение оператора от основной деятельности должно быть минимальным и не должно влиять на ее результативность;

3) обеспечивать получение информации от оператора достаточно часто для выработки наиболее точной оценки напряженности, при этом обращения к оператору не должны быть слишком частыми, дабы не мешать его основной деятельности и не вызвать негативной реакции, что в значительной степени может исказить получаемую информацию.

Первое требование выполняется посредством реализации прикладного программного продукта. Выполнение второго и третьего требований связано с проработкой психологической составляющей автоматизированного опросника, видом предъявляемой информации, способом ее представления, периодичностью предъявления и др.

Оператору предлагается оценить собственную напряженность (мгновенное значение), отметив ее как одно из предъявляемых изображений, представленных на рис. 3. Предъявляемые изображения соответствуют разработанной для опросника шкале, от 1 до 9 (см. рис. 3), которую оператор не видит в процессе исследования. В случае если, по мнению оператора, значение напряженности находится между изображениями, то оператор отмечает промежуточное значение.

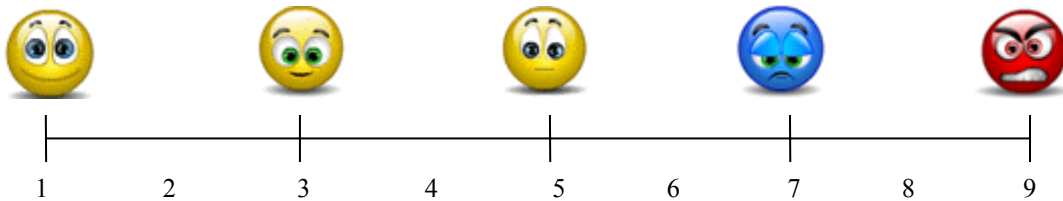


Рис. 3

При определении периодичности (частоты) предъявления оператору информации (изображения, характеризующего самооценку напряженности деятельности) будем считать, что речь идет об операторе, объективно (реально) оценивающем свою деятельность.

Пусть субъективная (стремящаяся к истинной) оценка оператором напряженности деятельности соответствует его самооценке, график которой приведен на рис. 4.

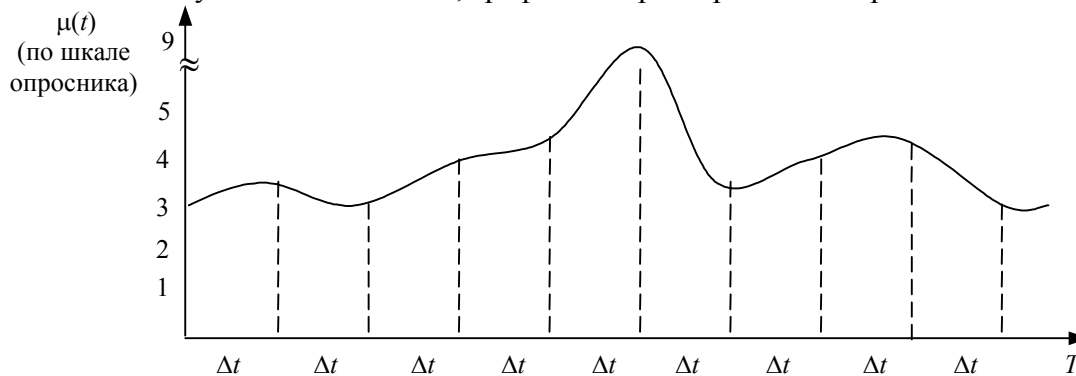


Рис. 4

Пусть интервал времени между опросами $\Delta t = T/n$, где n — число опросов за время T . Точность вычислений растет с увеличением числа n . При вычислении интеграла (1) по формуле трапеций ошибка при оценке напряженности деятельности оператора зависит от возможных ее резких перепадов (т. е. от скорости изменения подынтегральной функции $\mu''(t)$). Эта ошибка может быть вычислена по формуле [3]

$$\Delta = \left| \int_0^T \mu(t) dt - \frac{T}{n} \left[\frac{\mu(0) + \mu(T)}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} \mu\left(i \frac{T}{n}\right) \right] \right| = \frac{T^3}{12n^3} |\mu''(\zeta)|. \quad (5)$$

При более-менее стабильной деятельности, без резких изменений напряженности, число опросов n (т. е. предъявление изображения-вопроса оператору) может быть незначительным. При резких перепадах напряженности (рис. 5, кривая 1) редкое фиксирование субъективной оценки может привести к значительному искажению результата, однако на самом деле это не совсем так. Такое искажение может наблюдаться в случае мгновенного (без запаздывания) изменения самооценки напряженности (кривая 2); в рассматриваемом же случае имеет место некоторое запаздывание самооценки, и поэтому искажение получается меньшим (кривая 3).

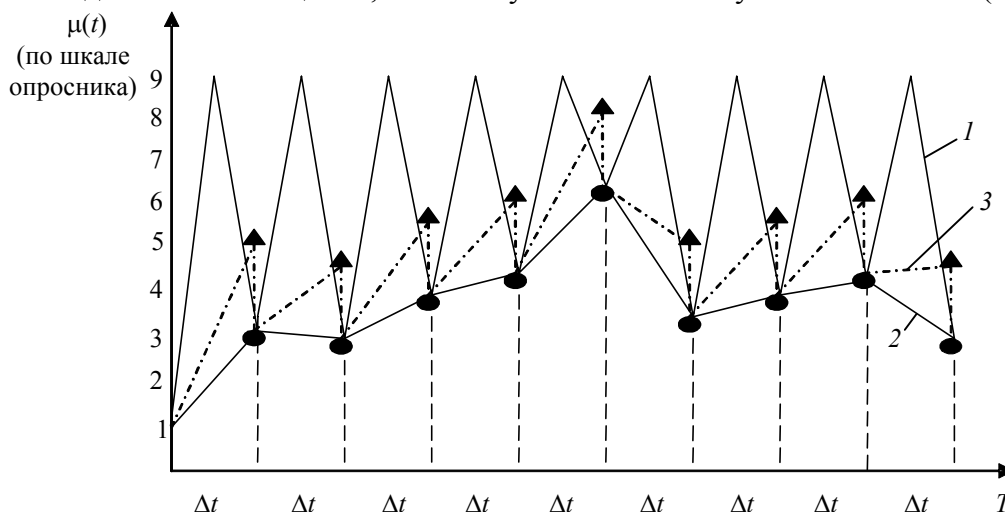


Рис. 5

Величина запаздывания зависит как от напряженности деятельности, так и от личностных особенностей оператора. При более частом предъявлении информации (изображений) внутренняя напряженность операторов, которые уже адаптировались к ее сильным изменениям, слабо меняется. Реализация данного подхода для операторов, выполняющих профессионально одну и ту же работу, целесообразна, по-видимому, только на отдельных интервалах времени, характеризующихся постоянной высокой напряженностью.

Однако следует заметить, что при повышении напряженности степень необходимой адаптации оператора не позволяет часто отвлекать его от основного вида деятельности, так как это может вызвать негативную реакцию.

При снижении напряженности адаптация оператора запаздывает, что также препятствует частым опросам. Таким образом, следует применять регулярный (периодический) автоматизированный опрос.

Частота опроса может быть определена на основе выявления наиболее благоприятного (в психологическом смысле) соотношения $T_{\text{отв}}/\Delta t$, где $T_{\text{отв}}$ — время реакции и ответа на заданный вопрос. Необходимо заметить, что при малом соотношении $T_{\text{отв}}/\Delta t$ каждый вопрос может быть неожиданным, т. е. субъективно увеличивается $T_{\text{отв}}$. При увеличении соотношения $T_{\text{отв}}/n$ уменьшается время, отводимое оператору на основную работу. Предполагается [1, 3], что соотношение $T_{\text{отв}}/\Delta t \in [0,01 \dots 0,03]$. Тогда, принимая во внимание, что $T_{\text{отв}} = 3 \dots 5$ с, частота предъявления информации Δt должна составлять 5...10 мин. При длительной работе, по-видимому, $\Delta t \approx 10$ мин; при кратковременной работе, длительностью $T = 30 \dots 60$ мин, $\Delta t \approx 3 \dots 5$ мин; при $T = 60 \dots 120$ мин — $\Delta t \approx 5 \dots 8$ мин.

Использование предлагаемого подхода особенно эффективно при тестировании (конечным пользователем) информационно-программных продуктов: реакция пользователя поможет выявить недостатки, связанные как с представлением материала, так и с его изложением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашеров А. Т., Адаменко А. Н. и др. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытания. Справочник / Под общ. ред. А. И. Губинского, В. Г. Евграфова. М.: Машиностроение, 1993. 512 с.
2. Дружинин Г. В. Учет свойств человека в моделях технологий. М.: Наука/Интерпериодика, 2000. 327 с.
3. Падерно П. И., Попечителев Е. П. Надежность и эргономика биотехнических систем. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 2007. 288 с.

Сведения об авторах

- Ахмед Абдулла Саид Балхарет** — аспирант; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет „ЛЭТИ“, кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления; E-mail: balhareth_ru@hotmail.com
- Павел Иосифович Падерно** — д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет „ЛЭТИ“, кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления; E-mail: pipaderno@list.ru

Рекомендована кафедрой
автоматизированных систем
обработки информации и управления

Поступила в редакцию
23.03.09 г.