

УДК 004.413.5

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ ОЦЕНКИ  
НАПРЯЖЕННОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА**

А.А. Балхарет

Разработан подход к оценке деятельности оператора, основанный на использовании информационно-программного модуля (инструмента), фиксирующего напряженность деятельности оператора.

**Ключевые слова:** напряженность деятельности, оператор, самооценка, автоматизированный опросник, требования, информационно-программный модуль.

**Введение**

Ввиду развития различных автоматизированных систем их разработчики часто не обращают достаточного внимания на удобство интерфейса, с которым взаимодействует оператор. При работе с такими информационно-программными продуктами у оператора может возникнуть состояние психической напряженности, которое оказывает сильное влияние на эффективность его деятельности и от которого в будущем может зависеть отношение оператора к конкретному виду деятельности (задаче). Напряженность деятельности оператора в значительной степени зависит от организации его деятельности, вида и формы представления информации, других компонент интерфейса, где неудачное представление материала может повлиять на качество деятельности. Чаще всего напряженность деятельности и ее возможные изменения оценивают на основе постоянного измерения изменений различных физиологических параметров (давления, кожно-гальванической реакции и др.) [1, 3]. При этом, несмотря на огромное число работ по психофизиологии, физиологии и др., понятие напряженности деятельности на сегодняшний день не имеет достаточно четкого определения.

В ряде случаев напряженность деятельности оператора может являться одним из важнейших критериев правильной организации рабочего процесса, процесса подготовки, а также интерфейса.

**Влияние изменения напряженности деятельности оператора  
на время выполнения задачи**

Для обозначения психических состояний оператора в трудных условиях работы исследователи пользуются разными понятиями, среди которых наиболее популярно понятие «напряженность». Состояние психической напряженности возникает при выполнении человеком продуктивной деятельности в трудных условиях и оказывает сильное влияние на ее эффективность. Характер этого влияния определяется как самой ситуацией, так и особенностями личности, ее мотивацией и т.д.

Предлагается подход к измерению степени напряженности деятельности оператора, основанный на использовании информационно-программного модуля, фиксирующего напряженность деятельности оператора.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий изменение динамики напряжения деятельности оператора в случае возможного многократного решения задачи (до успеха).

Оператор выполняет некоторую рабочую операцию, после чего результат выполнения контролируется (вручную или автоматически). Если контроль признал, что операция выполнена неправильно, то оператор вынужден повторить ее выполнение.

Неправильное решение задачи может повлиять на напряженность деятельности оператора: оператор может начать нервничать, что повлечет снижение безошибочности выполнения операций; оператор может начать работать медленнее (аккуратнее, с его точки зрения); оператор может начать торопиться, и т.д. При различных технологиях реализации решения задачи напряженность деятельности оператора будет по-разному влиять на его работу и, следовательно, на общее время решения поставленной задачи. Ориентировочная оценка общего времени выполнения задачи на ранней стадии проектирования алгоритма деятельности позволит заранее более детально оценивать деятельность оператора (пользователя) в целом.

Далее рассмотрены четыре частных случая изменения характеристик деятельности оператора, для каждого из которых получены аналитические зависимости оценки времени решения задачи в целом.

1. Продолжительность выполнения рабочей и контрольной операции возрастают.
2. Увеличивается только время рабочей операции.
3. Время выполнения и рабочей, и контрольной операции уменьшаются.
4. Уменьшается только время рабочей операции.

Получены формулы, позволяющие вычислять среднее время решения задачи оператором для каждого случая. Рассмотренный комплекс частных моделей изменения времени выполнения операций дает возможность оценки среднего времени выполнения задачи в зависимости от построения (организации) процесса деятельности.

### **Автоматизированная оценка напряженности**

Для оценки влияния изменения напряженности деятельности оператора на ее результативность и на ее привлекательность следует использовать субъективную оценку операторами напряженности их деятельности. Заметим, что, хотя истинное значение напряженности деятельности неизвестно, ее субъективная оценка операторами в конкретные моменты времени может быть как пессимистической, так и оптимистической, т.е. может зависеть от некоторых предпочтений операторов. Таким образом, у каждого оператора для конкретных видов деятельности преобладают либо те, либо другие, либо квазиобъективные оценки. Ввиду того, что субъективная оценка оператором напряженности деятельности (пессимизм, реализм или оптимизм) является постоянной для каждого конкретного оператора и конкретного вида деятельности, она может быть достаточно адекватно реализована в виде самооценки. Таким образом, предполагается получение информации от оператора в виде реакции на задаваемый вопрос (предъявляемое изображение).

### **Информационно-программный модуль**

Ввиду того, что в деятельности оператора преобладает его взаимодействие с информационной моделью [4], модуль автоматизированной оценки напряженности деятельности (далее МОДУЛЬ) должен удовлетворять следующим требованиям:

1. функционировать параллельно с основной программой;
2. обладать дружественным интерфейсом с операторами (быстрое освоение; минимум времени на ответную реакцию; минимальное отвлечение от основной деятельности; отсутствие влияния на основную деятельность оператора);
3. обеспечивать получение информации от оператора в определенные моменты времени – достаточно часто, чтобы получить наиболее точную оценку напряженности, но не слишком часто, чтобы не надоест оператору, не мешать процессу работы, не

вызвать раздражения и негативной реакции, что может исказить получаемую информацию.

Необходимо заметить, что удовлетворение первого требования реализуется не всегда достаточно просто при работе с прикладным программным продуктом (ППП). Выполнение второго и третьего требований связано с проработкой психологической составляющей опросника, видом предъявляемой информации, способом ее представления, периодичностью предъявления и др.

### Опросник

Для опросника разработана специальная шкала градаций напряженности от 1 до 9. Оператору предъявляется изображение (рис. 1, верхняя часть), соответствующее шкале 1–9 (рис. 1, нижняя часть).

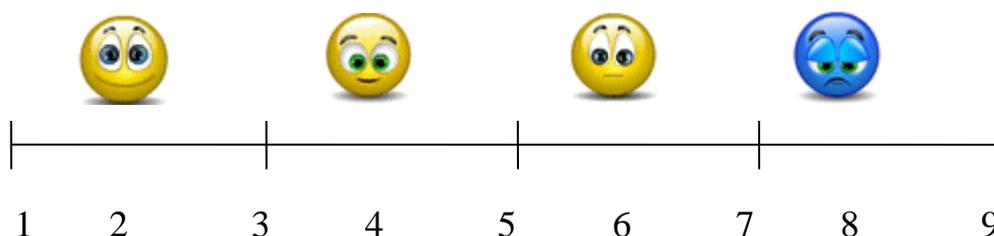


Рис. 1. Изображение, предъявляемое оператору, и шкала

Оператору предлагается оценить мгновенное значение собственной напряженности, отметив ее как одну из предъявляемых картинок. Если, по мнению оператора, значение его напряженности в данный момент времени находится между изображениями, то оператор отмечает промежуточное значение по специальной шкале.

### Частота предъявления опросной информации

Если интервал времени между опросами равен  $\Delta t = T/n$ , где  $n$  – число опросов за время  $T$ , то точность вычислений растет с увеличением числа  $n$ . При оценке средней напряженности ошибка зависит от возможных резких перепадов напряженности деятельности оператора. Для более-менее стабильной деятельности без резких изменений напряженности возможно не очень частое предъявление картинки-вопроса оператору. Для деятельности с резкими перепадами напряженности достаточно редкое фиксирование субъективной оценки напряженности оператора могло бы привести к значительному искажению результата. Однако в реальности, ввиду запаздывания самооценки, искажение получается меньше. Величина запаздывания зависит как от напряженности деятельности и скорости ее изменения, так и от личностных особенностей оператора. Частота опроса может быть определена на основе установления 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 соотношение  $T_{\text{отв}}/\Delta t$  предъявления каждого вопроса может быть неожиданным. При увеличении  $T_{\text{отв}}/\Delta t$  уменьшается время, отводимое оператору на основную работу. Предполагается, что соотношение  $T_{\text{отв}}/\Delta t$  должно находиться в интервале 0,01–0,03 [1, 2]. Принимая во внимание, что при данном построении опросного материала  $T_{\text{отв}}$  находится в интервале от 3 с до 5 с, интервал времени между опросами должен находиться в пределах 5–10 мин.

### Модуль автоматизации оценки напряженности

При оценке степени напряженности деятельности оператора при взаимодействии с информационно-программным средством (ИПС), автоматизация оценки напряженности (АОН) осуществляется параллельно с основной деятельностью (рис. 2).

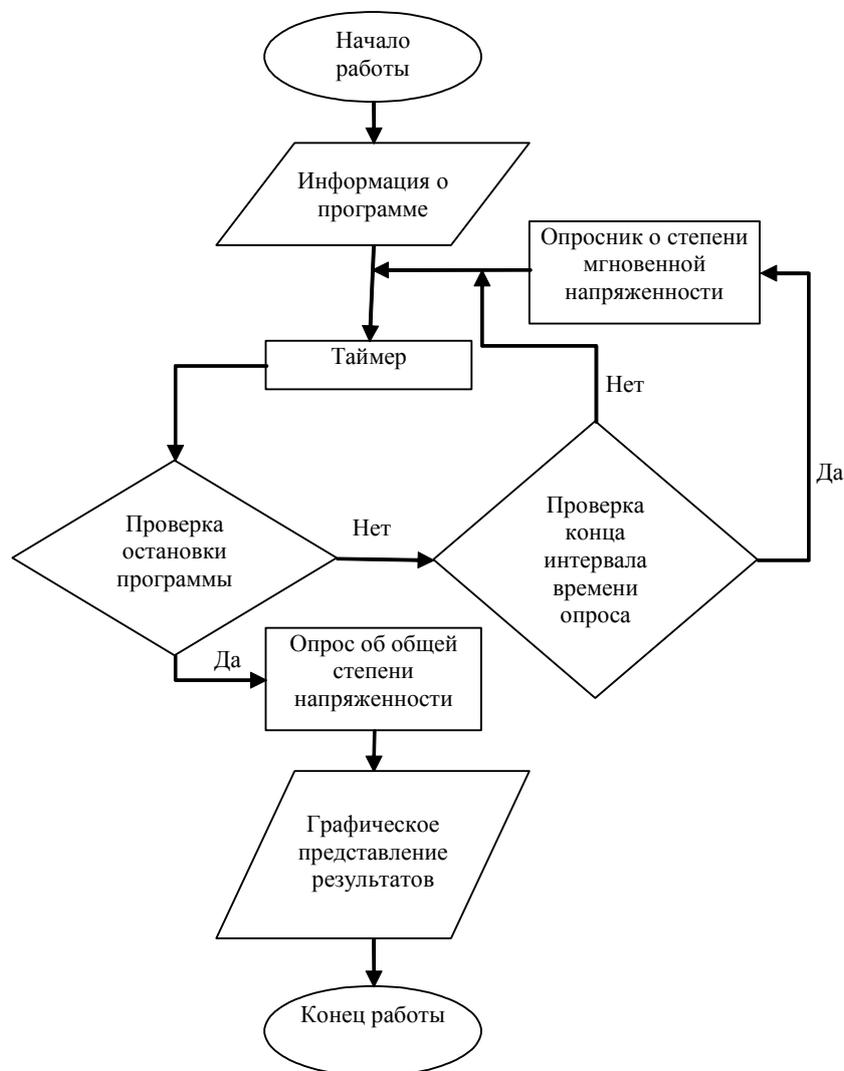


Рис. 2. Схема алгоритма работы модуля автоматизированной оценки напряженности

Последовательность взаимодействия модуля с оператором представляется следующим образом.

1. В начале работы модуль показывает окно с информацией о программе.
2. После того как работа начинается, в верхней левой части экрана основного окна программы показывается дата и таймер (часы, минуты, секунды), который пользователь может остановить в конце работы с помощью специальной кнопки.
3. По истечении определенного периода времени (5–10 минут) в верхней левой части экрана предьявляется (всплывает) другое окно (верхняя часть рис. 1) одновременно со звуковым сигналом. Таким образом, модуль запрашивает пользователя о степени напряженности. Пользователь реагирует кликом по одной из картинок.
4. После реакции пользователя это окно закрывается, а основное окно сохраняется.

5. Окно с вопросом о степени напряженности (картинки) всплывает через определенные периоды времени, т.е. шаги 3 и 4 повторяются до конца работы.
6. В конце работы пользователь нажимает кнопку остановки таймера, и ему показывается новое окно в верхней левой экрана, которое запрашивает у пользователя мнение о степени его напряженности за время работы в целом. Пользователь может либо выбрать одну из пяти картинок, которые определяют уровень напряженности, либо дать более точный ответ, если степень напряженности, по его мнению, находится между предлагаемыми уровнями.
7. После оценки степени напряженности пользователь нажимает кнопку ОК, чтобы закрыть окно, и ему предъявляются следующие результаты: продолжительность работы, график изменения напряженности работы пользователя, рассчитанное среднее значение напряженности работы пользователя и самооценка напряженности его деятельности за все время работы.

Пользователь может изменить способы графического представления результатов (цвет текста, фон, цвет оси и графика), стиль графика.

### **Исследования эффективности предлагаемого подхода**

Модуль АОН был испытан на группе обучаемых в системе дистанционного обучения. Целью эксперимента была оценка эффективности технологии представления учебных материалов в дистанционном обучении (текст, аудио, видео). Было выбрано три различных лекции, для каждой из которых были возможны три различных представления информации (текст, аудио, видео). Девять вариантов лекций были распределены случайным образом по обучаемым, чтобы каждый обучаемый получил три различные лекции в различных представлениях. Сформированы и предъявлены вопросы по каждой лекции независимо от способа ее представления для оценки уровня усвоения материала. В результате эксперимента получили следующие результаты.

1. Средняя степень напряженности деятельности обучаемого при видеолекции меньше, чем в других случаях (текстовые лекции – 3,5; аудиолекции – 4,3; видеолекции – 2,9).
2. Средняя степень уровня усвоения видеолекции больше, чем в других случаях (текстовые лекции – 86%, аудиолекции – 71%; видеолекции – 90%).
3. Степень уровня усвоения лекции не всегда правильно отражает степень напряженности деятельности обучаемого (у некоторых обучаемых была выше степень напряженности деятельности, но и больше степень усвоения материала).
4. Модуль АОН не вызывает раздражения и негативной реакции. Для выяснения этого в процессе одной из видеолекций была протестирована степень напряженности без модуля АОН (устным опросом обучаемых в конце лекции о степени напряженности). Замечено, что средняя степень напряженности деятельности обучаемого с использованием модуля АОН и без него практически одинакова (3,3 и 3,2 соответственно).
5. Оценка степени напряженности деятельности обучаемого без модуля АОН может не всегда отражать реальную степень напряженности. В качестве примера была выбрана тестовая аудиолекция невысокой сложности, усложняемая лишь в последние 10 минут. Была протестирована степень напряженности без модуля АОН и замечено, что многие обучаемые выбирали большую степень напряженности, забыв, что 90% лекции составлял очень простой материал (для сравнения: степень оценки с модулем АОН составила 3,1, без модуля АОН – 5,7).
6. Модуль АОН позволяет узнать степень напряженности деятельности обучаемого на каком-то определенном интервале времени.

## Заключение

Предложен подход, основанный на автоматизированном фиксировании самооценки напряженности деятельности оператора, выявляемой в процессе его работы путем автоматизированного опроса. Решены вопросы реализации программы и создания модуля автоматизированного опросника, функционирующего параллельно с основной деятельностью оператора. Опросник основан на предъявлении оператору разработанных изображений специального вида, его реакции на предъявляемый материал. Модуль обеспечивает обработку полученных материалов.

Проведенные исследования подтвердили целесообразность использования разработанного автоматизированного модуля для оценки напряженности деятельности оператора.

## Литература

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытания: Справочник / Под общ. ред. А.И. Губинского, В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 512 с.
2. Падерно П.И., Попечителей Е.П. Надежность и эргономика биотехнических систем. – СПб: Изд-во СПбГЭТУ, 2007. – 288 с.
3. Дружинин Г.В. Учет свойств человека в моделях технологий – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 327 с.
4. Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовской В. – Теоретические основы автоматизированного управления. – М.: Высш. шк.. 2006. – 463 с.

*Балхарет Ахмед Абдулла Саид* – Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», аспирант, balhareth\_ru@hotmail.com