

# Разработка метода оценки воздействия стресс-факторов на работу оператора

И. И. Титова

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)*

IonaTitova4@yandex.ru

**Аннотация.** В работе представлен метод оценки воздействия стресс-факторов на работу оператора. Рассмотрены различные виды возможных факторов стресса в профессиях, требующих принятия важных решений в нестандартных ситуациях. Разработана классификация уровня напряженности регуляторных систем человека в зависимости от воздействующего фактора.

**Ключевые слова:** стресс, метод, разработка, мгновенный стресс, вариабельность, кортизол, оператор

## I. ВВЕДЕНИЕ

Стресс является актуальной проблемой современности, так как хронический стресс, который все чаще присутствует в жизни человека, может приводить к возникновению серьезных заболеваний, связанных с работой сердечно-сосудистой системы, а также различным психологическим расстройством, да и в целом расходовать внутренние ресурсы организма на борьбу с этим стрессом.

Процессы, протекающие в организме при стрессе, универсальны и одинаковы у всех людей. Когда на нас воздействует тот или иной стресс-фактор, происходят изменения в головном мозге, работе эндокринной и нервной систем. В кровь выбрасываются стрессовые гормоны – адреналин и кортизол [1].

Согласно теории Г. Селье об общем адаптационном синдроме [2], который заключается в ответе регуляторных систем организма на различные стресс-факторы как внешние, так и внутренние, при продолжительном стрессовом воздействии расходуются запасы адаптивной энергии человека. Однако, она не безгранична и в результате несбалансированности стрессогенных требований среды и ответов организма на эти требования в нем начинают происходить значительные изменения (физиологические, психологические), которые носят необратимый характер.

На сегодняшний день существует большое количество профессий, требующих принятия важных решений в нестандартных ситуациях. Именно операторы в сфере авиации, медицины, энергетики и транспорта часто сталкиваются с высоким уровнем стресса, что может негативно сказаться на их производительности и здоровье, а принятые под сильным воздействием стресса решения – оказаться фатальными. Длительно сохраняющийся стресс повреждает механизмы саморегуляции организма и приводит к последующим нарушениям биоритмов. Изменяется естественный цикл сна и бодрствования, в итоге снижается работоспособность и самоконтроль, ухудшаются память и внимание.

Стресс, как психологическое состояние, возникает в ответ на внешние и внутренние раздражители, и его влияние на человека может быть как положительным, так и отрицательным. В данной работе рассмотрены метод оценки воздействия стресс-факторов на работу оператора, а также классификация уровня напряженности регуляторных систем человека в зависимости от воздействующего фактора.

## II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### A. Виды стресс-факторов

Стресс-факторы – это внешние или внутренние раздражители, которые могут вызывать стресс у человека. Они могут влиять на физическое, эмоциональное и психологическое состояние, приводя к ухудшению самочувствия и снижению работоспособности, но могут оказывать и положительное влияние на человека. В умеренных количествах они могут стимулировать продуктивность и мотивацию [3].

Стресс-факторы, влияющие на работу операторов, можно классифицировать на несколько категорий:

- Внешние (физические) факторы

Внешние факторы включают все особенности окружающей оператора среды. На уровень стресса может воздействовать сильный шум – согласно исследованиям, высокий уровень шума приводит к ухудшению концентрации и повышению стресса [4]. Также большое влияние могут оказывать и температурные колебания, так в работе Д.П. Вьён [5] описал зависимость влияния температуры на работоспособность и комфорт сотрудников. Другим фактором является освещенность – недостаток или избыток света может негативно сказаться на самочувствии оператора и влиять на принятие им решений.

- Психологические факторы

Влияние психологических факторов на состояние стресса оператора и его работу может варьироваться в зависимости от стрессоустойчивости человека к подобным воздействиям. В основном эти факторы связаны с внутренними переживаниями и эмоциональными состояниями, однако можно выделить следующие стрессогенные причины: давление временных рамок (операторы часто работают в условиях жестких временных рамок, что может вызывать чувство тревоги и, как следствие, стресс); ответственность за принятие решений (стресс вызван страхом сделать ошибку); конфликты в команде и/или личной жизни

(межличностные конфликты могут вызывать стресс и снижать продуктивность).

- Социальные факторы

Социальные факторы являются частью психологических, однако ввиду распространенности и широкого спектра причин, их можно выделить как отдельный стресс-фактор. Причинами негативного воздействия могут выступать отсутствие корпоративной культуры, взаимопонимания между коллегами и прямое взаимодействие с клиентами.

- Организационные факторы

В работе оператора также можно выделить стресс-факторы, вызванные организационными особенностями компании, сюда входит непредсказуемость рабочих процессов и графиков (частые изменения вызывают чувство неопределенности и стресса), изменения в регламентах и процедурах (возникновение путаницы и увеличение нагрузки на операторов, высокая вероятность допущения ошибок), нехватка кадровых и материальных ресурсов (ограничение в необходимых ресурсах создают дополнительный стресс для операторов) [6].

### *В. Метод оценки воздействия стресс-факторов*

Информативным показателем уровня стресса в организме является кортизол (гормон стресса), он вырабатывается корой надпочечников при возбуждении вегетативной нервной системы человека в ответ на стресс-факторы, и играет важную роль в регуляции многих процессов организма [7].

Существует несколько методов измерения кортизола в организме: анализ венозной крови, анализ мочи и тест слюны на концентрацию гормона стресса. Однако все они являются инвазивными, а метод исследования занимает продолжительное время, в том числе требуется специализированное оборудование для проведения анализа. В связи с перечисленными выше причинами, проводить оценку уровня кортизола для операторов указанными методами не подходит, их проведение будет создавать дополнительные сложности в работе, отвлекать, также у части анализов есть ограничения в питании и времени проведения.

Следовательно, становится актуальным оценивать не общий хронический стресса по результатам исследования уровня кортизола, а отслеживание и оценка мгновенного стресса оператора в условиях его активной жизнедеятельности. Данный метод, в том числе, поможет классифицировать факторы, вызывающие стресс, проводить аналитику их влияния на отдельно взятого человека и создавать индивидуальные условия и рекомендации по избеганию стрессовых состояний.

Объективными и эффективными способами для исследования уровня психоэмоционального стресса человека являются методы, в которых широко применяются электрофизиологические параметры человека. Основными методами их регистрации являются электрокардиография (ЭКГ), электроэнцефалография, кожно-гальваническая реакция (КГР), фотоплетизмография (ФПГ) или сфигмография.

Наиболее подходящим для анализа состояния оператора является фотоплетизмография, этот метод является простым и удобным для регистрации пульсовой волны человека. С помощью ФПГ можно производить анализ вариабельности пульсовой волны (ВПВ). Анализ ВПВ зарекомендовал себя как высококачественный метод оценки адаптивных возможностей и общего состояния организма. Благодаря ему можно проводить оценку уровня стресса, степени напряжения регуляторных систем при различных воздействиях на организм. Для оценки адаптационной реакции на различные стрессовые воздействия Р.М. Баевским введен такой параметр как ПАРС (показатель активности регуляторных систем). Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа интервалов. Чем выше балл ПАРС, тем более выражено напряжение регуляторных систем [8, 9].

Чтобы производить качественный мониторинг состояния стресса человека необходимо проводить комплексный анализ нескольких показателей, так в разработанном для операторов устройстве, которое одевается на руку для удобства активной жизнедеятельности человека (рис. 1), производится регистрация кожно-гальванической реакции (учет разности потенциалов, возникающий на коже человека как реакция на стрессовое воздействие) и ФПГ, а именно вариабельность пульсовой волны. Данный разработанный метод позволяет проводить длительный мониторинг состояния стресса человека.

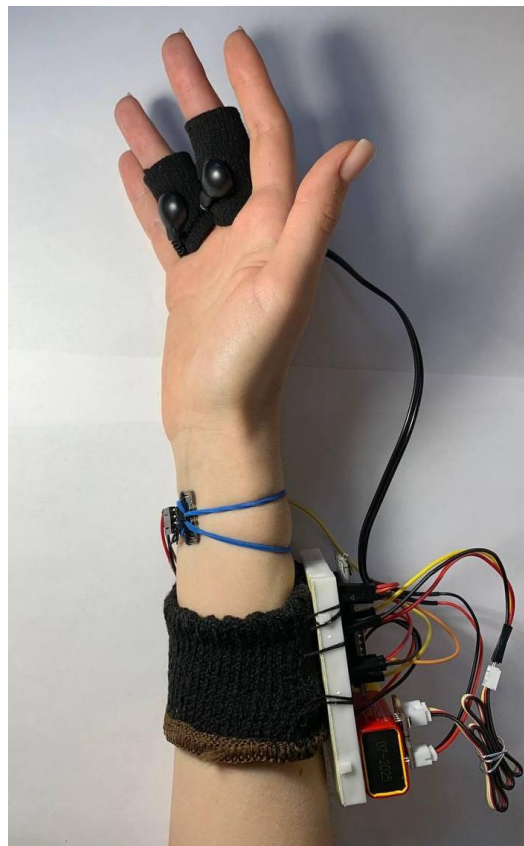


Рис. 1. Устройство мониторинга состояния стресса оператора

### III. РЕЗУЛЬТАТЫ

#### A. Алгоритм оценки воздействия стресс-факторов

Для оценки уровня стресса и воздействия стресс-факторов на работу оператора необходимо проводить мониторинг физиологических показателей, а также проводить анкетирование для выявления причинно-следственных связей возникновения стрессовых состояний.

Разработан алгоритм оценки воздействия стресс-факторов на оператора в условиях его активной жизнедеятельности, который состоит из следующих этапов:

1. Регистрация функциональных показателей. Проведение мониторинга состояния стресса с помощью носимого устройства, выделение стрессовых состояний.

2. Идентификация стресс-факторов. Сбор информации о возможных стресс-факторах осуществляется через опросы и интервью с операторами. Важно использовать стандартизированные инструменты.

3. Анализ данных. Обработка собранных данных с использованием статистических методов, таких как регрессионный анализ, позволяет выявить наиболее значимые стресс-факторы и их влияние на производительность операторов.

4. Составление рекомендаций. На основе анализа данных разрабатываются индивидуальные рекомендации по снижению уровня стресса.

#### B. Классификация уровня напряженности регуляторных систем человека

На основании автоматизированного анализа выявленных на графиках КГР и ВПВ состояний стресса и опросников оператора производится комплексная оценка и присвоение балла, выраженного в условных единицах, опираясь на классификатор стресс-факторов (табл. 1). После чего производится расчет и анализ общего психо-эмоционального состояния человека, и в случае превышения нормального уровня стресса формируется рекомендация по снижению напряженности регуляторных систем человека.

ТАБЛИЦА I.

Группа стресс-факторов	Стресс-фактор	Уровень воздействия (1-5 у.е.)
Физические факторы	Шум	3
	Температурные условия	4
	Освещение	3
	Качество воздуха/ духота	4
Психологические факторы	Давление временных рамок	5
	Страх допустить ошибки	4
	Нехватка уверенности в профессионализме	4
Социальные факторы	Перфекционизм	5
	Конфликты в команде	4
	Негативная обратная связь (компания, коллеги)	5
Организационные факторы	Недружелюбная рабочая среда	3
	Изменения в регламентах	4
	Нехватка ресурсов	5
	Непредсказуемость рабочих задач, высокая нагрузка	4
	Низкая степень контроля над работой	3

В таблице представлены баллы оценки стресс-факторов в условных единицах, где 1 – минимальное воздействие, т. е. фактор не вызывает значительного стресса оператора; 2 – низкое действие, может быть вызван легкой дискомфортом; 3 – умеренное воздействие, но не вызывает серьезных последствий в работе; 4 – фактор оказывает высокое воздействие на работоспособность; 5 – сильный стресс оператора, может приводить к эмоциональному выгоранию, повышению количества ошибок и другим серьезным последствиям.

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены различные факторы стресса, присущие работе оператора. Разработана их классификация, каждому из воздействий присвоено значение в зависимости от тяжести, возникающего стресса. Предложен метод оценки уровня стресса оператора в условиях его активной жизнедеятельности с помощью носимого устройства регистрации фотоплетизмографии и кожно-гальванической реакции совместно с опросниками и классификатором стресс-факторов. Выявлена необходимость разработки программного комплекса для анализа и оценки психо-эмоционального состояния человека и разработки индивидуальных рекомендаций по борьбе со стрессом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Hellhammer D., Hellhammer J. (ed.). Stress: the brain-body connection // Karger Medical and Scientific Publishers. 2008. P. 108.
- [2] Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медгиз, 1960. 255 с.
- [3] Cohen S., & Wills T.A. Stress, Social Support, and the Buffering Hypothesis // Psychological Bulletin. 1985. Vol. 98(2). P. 310-357.
- [4] Sundström, E. Workplaces: The Psychology of the Physical Environment in Offices and Factories // Psychology Press. 1994.
- [5] Wyon D.P. The Effects of Indoor Climate on Performance and Comfort: A Review of the Literature // Building Research & Information. 1996. Vol. 24(1). P. 1-10.
- [6] Greenberg J. Behavior in Organizations // Pearson Education. 2011.
- [7] Chrousos G.P. Stress and disorders of the stress system // Nature Reviews Endocrinology. 2009. Vol. 5(7). P. 374-381.
- [8] Титова И.И. Метод мониторинга уровня кортизола и состояния стресса человека // 79-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио: сб. докладов / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2024. С. 387-389.
- [9] Баевский Р.М. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. Т. 24. №. 6. С. 86.