

УДК 615.851:615.4

## ИНФОРМАТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ МОНОТОНИИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ АВТОМОБИЛЕМ

С.Н. Кулиш, доцент, к.т.н., В.П. Олейник, профессор, к.т.н., Т.А. Аксенова, магистр, Т.П. Кэнне, магистр, Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

*Аннотация.* Показана принципиальная возможность контроля функционального состояния водителя автотранспортных средств в состоянии монотонной деятельности по показателям variability сердечного ритма.

*Ключевые слова:* монотония, управление автомобилем, ЭКГ-диагностика, variability сердечного ритма.

## ИНФОРМАТИВНІ ОЗНАКИ МОНОТОНІЇ ПРИ ТРИВАЛОМУ КЕРУВАННІ АВТОМОБІЛЕМ

С.М. Куліш, доцент, к.т.н., В.П. Олійник, професор, к.т.н., Т.А. Аксьонова, магістр, Т.П. Кенне, магістр, Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

*Анотація.* Показано принципову можливість контролю функціонального стану водія автотранспортних засобів у стані монотонної діяльності за показниками variability серцевого ритму.

*Ключові слова:* монотонія, керування автомобілем, ЕКГ-діагностика, variability серцевого ритму.

## INFORMATIVE FEATURES OF MONOTONIA AT EXCESS DRIVING

S. Kulish, Assistant Professor, Candidate of Technical Science,  
V. Oliynyk, Professor, Candidate of Technical Science, T. Aksionova, Master,  
T. Kenne, Master, National Aerospace University after M. Zhukovskiy  
«Kharkiv Aviation Institute»

*Abstract.* The principal possibility of driver's functional condition control in the state of monotonous activity in terms of heart rate variability is shown.

*Key words:* monotony, driving, ECG diagnosis, heart rate variability.

### Введение

Бурный рост высоких технологий, в основе которых лежат автоматизированные системы контроля и управления сложными процессами в различных областях техники, в том числе и на автомобильном транспорте, высветил проблему надежности человека-оператора как одного из важнейших элементов таких систем.

### Анализ публикаций

Общая тенденция роста доли человеческого фактора в возникновении внештатных ситуаций заставила обратить внимание специалистов по инженерной психологии и эргономике на проблему оценки и контроля психических нагрузок, которые воздействуют на функциональное состояние человека-оператора в процессе деятельности и, тем

самым, влияют на его надежность [1]. В ситуациях, когда доля автоматизации в управлении высока, а уровень психической нагрузки низкий, или когда чрезмерная психическая нагрузка не компенсируется уровнем автоматизации, возникает состояние монотонии. Монотония – это субъективное состояние пониженной психической активности, которое возникает, как правило, при длительной, постоянно повторяющейся, однообразной, не требующей личной инициативы работе [2].

Основная угроза монотонии как опасного функционального состояния человека-оператора состоит в блокировке принятия быстрых и верных решений при возникновении внештатных (аварийных) ситуаций при управлении сложными техническими системами и, в частности, автомобильным транспортом.

#### **Цель и постановка задачи**

Исходя из актуальности возникающих научных вопросов, полагаем:

Цель данного исследования – предупреждение возникновения аварийных ситуаций при управлении человеком-оператором сложными техническими системами.

Задача исследования – поиск биомедицинских показателей функционального состояния оператора-человека в условиях длительной монотонной нагрузки.

Способ исследования – экспериментальный, с применением аппаратных средств биомедицинской радиоэлектроники.

#### **Методы и аппаратные средства**

Для моделирования функциональной нагрузки монотонной деятельности было выбрано долговременное управление автомобилем на компьютерном симуляторе вождения «ПДД за 14 дней» в условиях городского движения и на автодроме. Дорожная ситуация имитировалась на мониторе программными средствами, а элементами управления были прототипы рулевой колонки автомобиля и педалей торможения и «газа».

В качестве способа регистрации медико-биологических показателей состояния оператора был использован метод электрокар-

диографии, так как ЭКГ-сигналы несут комплексную информацию о текущем и потенциальном состоянии организма. Для обработки ЭКГ-данных применена методика variability сердечного ритма (VSR), которая позволяет определять большое количество численных показателей, а также получать графические зависимости, используя только одно ЭКГ-отведение [3].

В проведенных экспериментальных исследованиях применялось три аппаратно-программных комплекса различных производителей: «Омега-М», «Fess\_Cardiograph», «Cardiolab-2000».

В качестве критерия информативности определяемых показателей VSR была выбрана величина их корреляции с длительностью нагрузки.

В серии экспериментов принимали участие два оператора-водителя (парень и девушка). Длительность функциональной пробы составляла 90 мин. Запись ЭКГ испытуемого проводилась до «вождения» в спокойном состоянии, а также через каждые 30 минут от начала «вождения» (длительность одной ЭКГ-записи составляла 5 мин).

Для корректной систематизации полученных результатов были вычислены средние значения параметров VSR и определены величины среднеквадратических отклонений (СКО) для каждого параметра в серии однотипных экспериментов. Усредненные значения параметров VSR для каждого оператора и аппаратно-программного комплекса сведены в таблицы.

#### **Результаты экспериментов**

По данным проведенных экспериментов, к выявленным признакам монотонии отнесены следующие медицинские показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс вегетативного равновесия (ИВР), индекс напряженности регуляторных систем (ИН), стандартное отклонение всех NN-интервалов (SDNN), мода (Mo), средняя длина R-R-интервалов (mRR), стресс-индекс (SI), индекс централизации (IC). Как показано на рис. 1, параметр ЧСС со временем убывает, Mo и mRR – возрастают, параметр IC изменяется скачкообразно, однако наблюдается тенденция уменьшения значения параметра со временем.

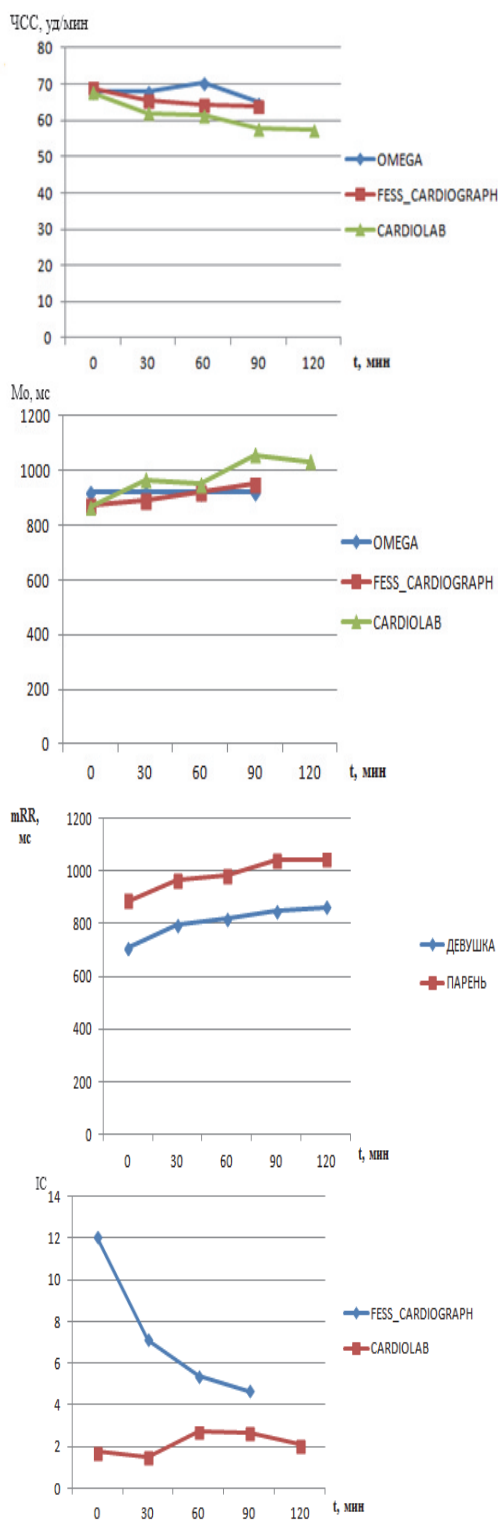


Рис. 1. Графическая интерпретация информативных показателей монотонии

Эти показатели имеют максимальный коэффициент корреляции ( $> 0,9$ ) с длительностью функциональной монотонной нагрузки, причем значения коэффициентов корреляции этих параметров определены с использованием трех различных аппаратно-программных комплексов.

## Выводы

Проведенное исследование показало принципиальную возможность контроля функционального состояния водителя автотранспортных средств в состоянии монотонной деятельности. К перспективным информативным показателям монотонии можно отнести показатели variability сердечного ритма, определяемые методом электрокардиографической диагностики. Следует также отметить, что на чистоту эксперимента влияет перерыв в функциональной нагрузке на оператора во время записи ЭКГ. Для получения более точных данных рекомендуется использовать непрерывный мониторинг ЭКГ оператора во время нагрузки.

## Литература

1. Бодров В.А. Психология и надежность: человек в системах управления техникой / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – М.: Институт психологии РАН, 1998. – 288 с.
2. Щербатых Ю.В. Психология труда и кадрового менеджмента в схемах и таблицах: учебно-справочное пособие / Ю.В. Щербатых. – М.: Кнорус, 2011. – 248 с.
3. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский. – М.: ИНФРА-М, 1984. – 256 с.

Рецензент: А.В. Степанов, доцент, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 16 апреля 2013 г.