

прессии гнева – эгоистичности, враждебности и т. д. Приведенные оценки психологических характеристик находятся на противоположных полюсах круга Виггинса.

Таким образом, модальность экспрессии лица оказывает влияние на восприятие индивидуально-психологических характеристик человека, за исключением: «слабый–сильный», «зависимый–независимый», «уверенный–неуверенный» и «не-самостоятельный–самостоятельный».

Литература

- Дарвин Ч.* О выражении эмоций у человека и животных. СПб.: Питер, 2001.
- Ekman P.* Emotions revealed. N. Y.: An owl Book, 2004.
- Keating C., Mazur A., Segatl M., Cysneiros R., Divale W.* Culture and the perception of social dominance from facial expression // *Journal of Personality and Social Psychology.* 1981. V. 40. P. 615–626.
- Matsumoto D. & Kudoh T.* American-Japanese cultural differences in attributions of personality based on smiles // *Journal of Nonverbal Behavior.* 1993. V. 17. P. 231–243.
- Knutson B.* Facial expression of motion influence interpersonal trait inferences // *Journal of Nonverbal Behavior.* 1996. V. 20 (3).
- Wiggins J. S. & Pincus A. L.* Personality: Structure and assessment // *Annual Review of Psychology.* 1992. V. 43. P. 473–504.

ПСИХОМОТОРНЫЙ ТЕСТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ КООРДИНАЦИИ ПРИ ПРОСЛЕЖИВАНИИ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ¹

*В. Б. Дорохов**, *Г. Н. Арсеньев**, *Т. П. Лаврова**, *О. Н. Ткаченко**,
*А. Н. Пучкова**, *В. В. Дементюенко***

* Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва)

** Институт радиотехники и электроники РАН (Москва), ЗАО «НЕЙРОКОМ» (Москва)
vbzorokhov@mail.ru

В предлагаемой работе предлагается описание психомоторного теста, разработанного для диагностики нарушений зрительно-моторной координации при различных состояниях субъекта со сниженной работоспособностью и приведены результаты применения этого теста для состояния монотонии, вызывающей снижение уровня бодрствования.

Ключевые слова: видеотрекинг, зрительно-моторная координация, монотония, дремота, ошибки деятельности.

Введение

Зрительное восприятие доставляет человеку основную часть информации об окружающем мире, а система, управляющая взглядом, определяет, какая именно информация будет использована для дальнейших действий. При управлении движущимися объектами существенную роль играет зрительно-моторная координация. Различные типы задач, таких как вождение автомобиля или работа оператора

1 Работа частично поддержана грантами РГНФ № 08-06-00598а, РФФИ № 09-06-12040офи-м и грантом Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

в стационарных условиях, требуют разнообразных координационных паттернов с различным уровнем взаимодействия между движениями глаз и рук. Наиболее прямым способом оценки функции внимания и его нарушений является регистрация движения глаз и определение динамики направления взгляда. Поэтому недавно появившаяся методология видеотрекинга для бесконтактной регистрации движения глаз является перспективной технологией для создания устройств диагностики контроля состояния оператора на транспорте и производстве. Окуломоторный контроль движущихся объектов обеспечивается двумя типами движений глаз: саккадами и прослеживающими движениями глаз (Барабанщиков, 1997).

Процедура и методы исследования

Мы разработали тест (Dorokhov et al., 2008, 2009), позволяющий диагностировать критическое снижение уровня бодрствования по характеристикам зрительно-моторной координации при выполнении задания по удержанию курсора мыши внутри цели, движущейся на экране монитора (рисунки 1, 2).

Программа предъявления теста позволяла изменять в широких пределах различные параметры движущихся объектов: размеры, цвет, яркость и скорость их перемещения, а для дополнительной цели – вероятность, место и длительность ее появления. Траектория курсора мыши (3) определялась с временным разрешением – 120 Гц.

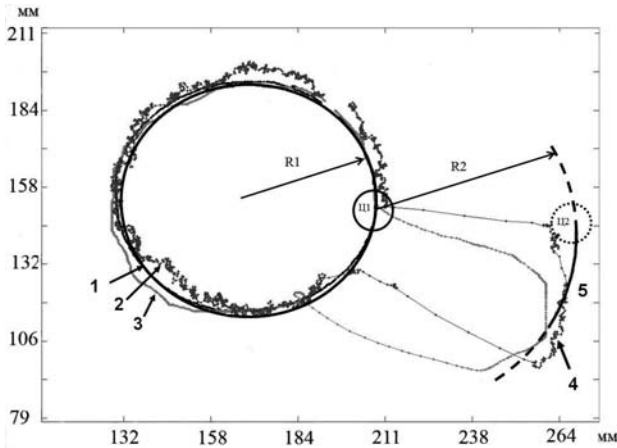


Рис. 1. Основной целью являлся зеленый круг диаметром 12 мм (Ц1), который двигался по круговой траектории (1) радиусом 37,5 мм (R1) с угловой скоростью 28 град/с относительно центра экрана. Один раз за полный оборот с внешней стороны траектории цели появлялась дополнительная цель (Ц2) – красный круг диаметром 12 мм. Дополнительная цель начинала двигаться по круговой орбите вокруг основной цели с угловой скоростью 29 град/с. Радиус орбиты дополнительной цели R2 = 60 мм. Испытуемый получал инструкцию вести курсором мыши основную цель, стараясь не выходить за ее пределы; при появлении дополнительной цели он должен был быстро навести на нее курсор и щелкнуть мышью. В случае попадания дополнительная цель исчезала, а испытуемый должен был быстро вернуть курсор на основную цель и вести ее дальше. *Обозначения:* 1-траектория движения цели; 2 – траектория взгляда; 3 – траектория курсора мыши; 4 (стрелка) – момент нажатия на кнопку мыши при контакте курсора мыши с дополнительной целью; 5 – круговая траектория дополнительной цели, по которой она вращается вокруг основной цели

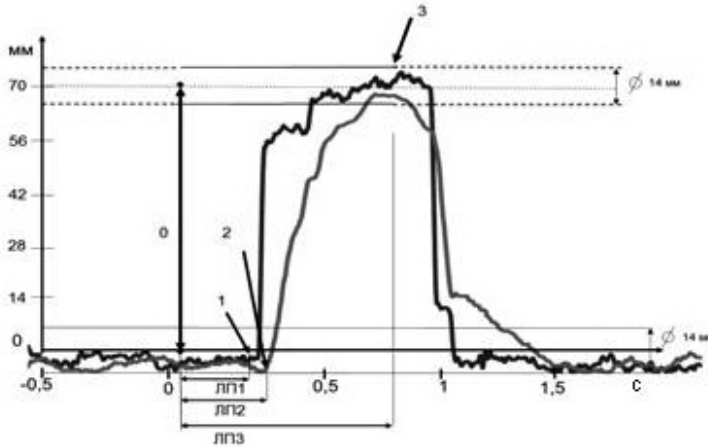


Рис. 2. Схема определения показателей зрительно-моторной координации при появлении дополнительной цели. Развертка во времени траекторий взора и курсора мыши, представленных на рисунке 1. Латентные периоды: 1 – саккады; 2 – курсора мыши; 3 (стрелка) – нажатия клавиши мыши относительно момента появления дополнительной цели (0). Ордината – расстояние на мониторе (мм) между центром основной цели и координатами взгляда (1) и курсора мыши (2). Абсцисса – время от момента появления дополнительной цели

Движение глаз регистрировались с помощью бесконтактной видеосистемы для исследования движений глаз (Eyegaze Development System, LC Technologies, USA), основанной на отражение инфракрасного света от роговицы глаза и позволяющей определять координаты траектории перемещения взгляда (2) с временным разрешением 120 Гц. Траектория курсора мыши (3) определялась с временным разрешением 120 Гц. Динамика физиологического уровня бодрствования контролировалась электроэнцефалографически, регистрацию и анализ данных проводили на многоканальном компьютерном полиграфе «ПолиСон», производства фирмы Нейроком, Россия.

Эксперименты проводились во второй половине дня (от 13 до 18 часов). Все испытуемые имели опыт пользования компьютером не менее 3-х лет и уверенно владели компьютерной мышью. Испытуемые были практически здоровы и не имели жалоб на проблемы со сном. Испытуемые удобно сидели в кресле со специальной подставкой для шеи, снижающей возможные движения головы, в магнитоэкранированной и звукоизолированной камере, с небольшой световой подсветкой (18 люкс). Длительность эксперимента – 60 минут. Количество испытуемых – 19 (обоюго пола, 21–30 лет, без депривации сна).

Программа предъявления теста позволяла изменять в широких пределах различные параметры движущихся объектов: размеры, цвет, яркость и скорость их перемещения, а для дополнительной цели – вероятность, место и длительность ее появления.

Результаты исследования

Выбранные параметры движения объектов обуславливали монотонный однообразный характер деятельности, который быстро (через 25–40 минут) вызывал

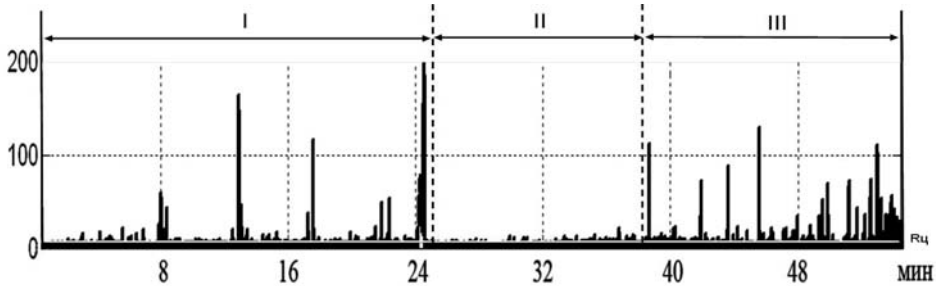


Рис. 3. Динамика развития ошибок курсора мыши, связанных с медленным прослеживанием основной цели. Ордината: расстояние между центром цели и курсором мыши (мм), абсцисса – время (минуты). Светлая горизонтальная линия – радиус цели ($R_{ц}$). Ошибкой считался выход курсора за пределы цели. Вертикальными линиями выделены три участка с разным характером выполнения теста: I-период обучения, II – стабилизация показателей, III – увеличение вариабельности, связанной со снижением уровня бодрствования

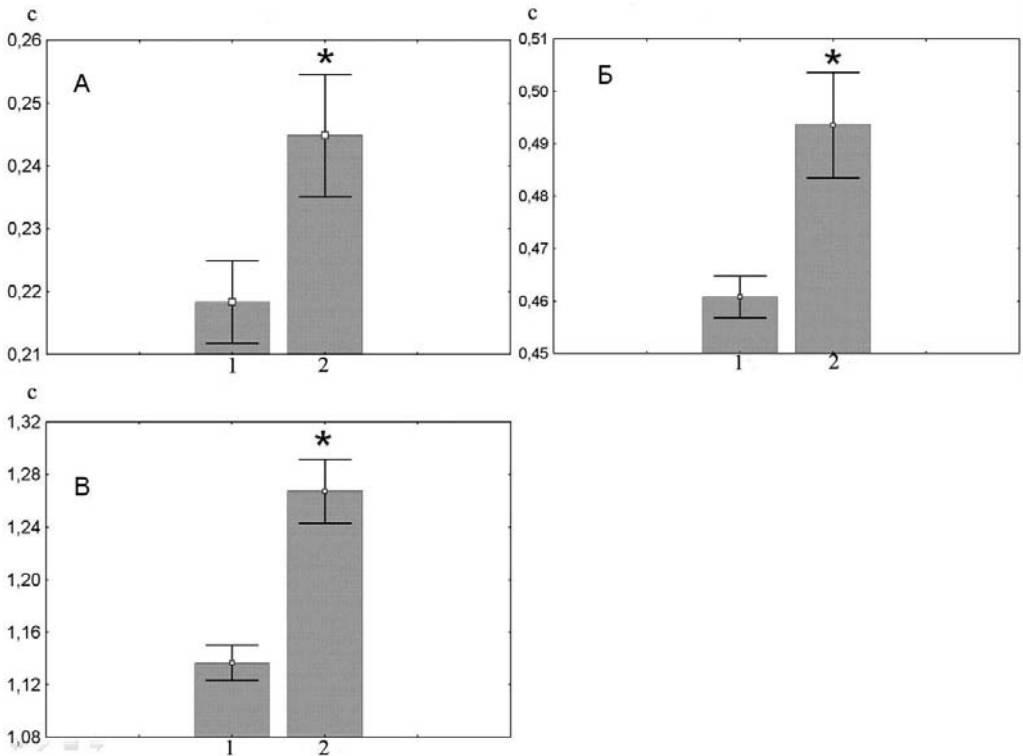


Рис. 4. Средние значения показателей зрительно-моторной координации при появлении дополнительной цели. Латентные периоды: саккад (А), курсора мыши (Б) и нажатия клавиши мыши (В). Ордината – значения латентных периодов в секундах. Абсцисса: 1 – для участка II на рисунке 3, со стабилизацией показателей; 2 – для участка III, со снижением уровня бодрствования. На столбцах указаны значения ошибки среднего, * – различия достоверны (t-критерий Стьюдента, $p < 0,05$)

развитие дремотного состояния и появление нарушений двух типов деятельности: связанных с медленным прослеживанием основной цели (рисунок 3) и быстрой реакцией, вызываемой неожиданным появлением дополнительной цели (рисунок 4).

Длительность и характер этих трех участков может служить индивидуальной характеристикой зрительно-моторной координации испытуемых. Длительность и величина отклонений первого и второго участков характеризовали обучаемость и «аккуратность» испытуемого. А время появления ошибок и их количество на третьем участке может служить мерой как монотонноустойчивости субъекта, так и уровня его сонливости.

У половины испытуемых наблюдались довольно грубые ошибки, которые сопровождались кратковременными эпизодами «микросна» с закрыванием глаз длительностью 2–5 с. Перед эпизодами «микросна» на ЭЭГ довольно часто наблюдалось возникновение альфа-веретен и тета/дельта-волн, характерных для начальной стадии дремоты («дремотные паттерны ЭЭГ»). Кратковременные закрывания глаз обычно сопровождались появлением или усилением ритмики в альфа-диапазоне ЭЭГ. В момент эпизодов «микросна» наблюдалась как остановка движения курсора, так и продолжение движения курсора по траектории, близкой к касательной. У таких испытуемых наблюдалось от 3 до 12 эпизодов «микросна» в течение 60-минутного эксперимента.

Заключение

Таким образом, анализ временных характеристик показателей зрительно-моторной координации показал их высокую чувствительность к снижению уровня бодрствования, вызываемой развитием состояния монотонии. Дальнейшее развитие этого подхода будет способствовать разработке бесконтактного метода экспресс-диагностики профессиональных характеристик человека-оператора при различных состояниях со сниженной работоспособностью (3, 5).

Литература

- Барабанищikov В. А. Окуломоторные структуры восприятия. М.: Изд-во ИП РАН, 1997.
- Дементенко В. В., Дорохов В. Б., Бабин Д. Н., Мазуренко И. Л., Холоденко А. Б., Уранцев А. В., Пархоменко Д. В., Шахнарoвич В. М. Система автоматического определения уровня бодрствования водителя по параметрам закрывания глаз // Материалы 5-й Школы конференции «Сон – окно в мир бодрствования». 2009. С. 110.
- Dorokhov V. B., Arsenyev G. N., Zakharchenko D. V., Ukraintseva Yu. V., Lavrova T. P., Dementienko V. V., Kadin I. L., Markov A. G., Shakhnarovich V. M. Eye-hand coordination: Performance errors and vigilance level // Int. J. of Psychophys. 2008. V. 69/3. P. 266.
- Dorokhov V. B., Arsenyev G. N., Tkachenko O. N., Zakharchenko D. V., Dementienko V. V. Eye-hand coordination errors during monotonous activity // Abstracts of the 15th European Conference on Eye Movements. Southampton. UK, 2009. P. 159.
- Velichkovsky B. M., Rothert A., Kopf M., Dornhöfer S. M., Joosa M. Towards an express-diagnostics for level of processing and hazard perception // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2002. V. 5, I2. P. 145–156.