

## ОТЗЫВ

официального оппонента Шишкина Сергея Львовича на диссертацию Захарченко Дмитрия Валерьевича «Изменение параметров окуломоторных и двигательных реакций оператора под действием алкоголя», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 – физиология.

### *Актуальность работы*

Диссертация Дмитрия Валерьевича Захарченко посвящена проблеме автоматического распознавания отклонений состояния человека-оператора от нормы. Актуальность этой проблемы связана с невозможностью исключения человека-оператора – по крайней мере, в настоящее время, в ближайшей и среднесрочной перспективе – из контура управления многими сложными техническими системами. Ошибки в управлении такими системами, возникающие как следствие неблагоприятного функционального состояния оператора, не только приводят к значительным экономическим потерям, но и несут угрозу аварий и катастроф с человеческими жертвами. Своевременное выявление неблагоприятного функционального состояния, очевидно, во многих случаях могло бы предотвратить такие аварии и катастрофы. Однако существующие системы диагностики человека-оператора либо недостаточно эффективны, либо способны существенно мешать его основной деятельности.

В диссертационной работе Д. В. Захарченко предложена и протестирована оригинальная методика, нацеленная на выявление отклонений в функциональном состоянии человека-оператора. В ней используется видеорегистрация движений глаз (айтрекинг) – технология, появившаяся относительно недавно и бурно развивающаяся в последние годы. Эта технология позволяет отслеживать движения глаз бесконтактным способом, и благодаря этому может быть легко совмещена с пультами управления и другим типичным окружением человека-оператора.

### *Новизна исследования и полученных результатов*

Д. В. Захарченко разработал и описал в диссертации весьма изящную и принципиально новую методику оценивания функционального состояния человека-оператора. В основном варианте этой методике оператор выполняет задание по прослеживанию на экране

компьютера цели с периодическим переключением на другое задание – реагирование на дополнительную цель. При всей простоте, эта методика обеспечивает возможность оценки большого числа параметров, которые могут быть чувствительны к состоянию человека-оператора.

Особый интерес представляет отслеживание количественных характеристик движений глаз, при том, что именно относительно движений глаз оператор не получает никаких инструкций. В традиционных методиках, использующих характеристики движений глаз для диагностики различных отклонений от нормы, испытуемому предлагается отслеживать движущуюся цель лишь взглядом. При этом, во-первых, испытуемый может легко отвлекаться от выполнения задания, и от этого результаты теста неминуемо должны находиться в чрезмерной зависимости от мотивации, а во-вторых, он имеет возможность влиять на результаты, варьируя способ отслеживания цели. В предложенной методике испытуемый, по сути, не может контролировать движения глаз, так как для эффективного выполнения задания он должен быть сосредоточен на мануальной деятельности. Испытуемый вынужден внимательно следовать инструкции, поскольку ее невыполнение сразу же приводит к видимым результатам – замедлению попадания в цель. Таким образом, в рамках методики создаются условия для более объективного оценивания характеристик движений глаз, чем в стандартных методиках. Кроме того, методика обеспечивает возможность оценки параметров зрительно-моторной координации.

Перемещение прослеживаемого стимула по круговой траектории является еще одной ценной находкой автора диссертационного исследования. Круговая траектория делает возможным длительное выполнение задания в сравнительно однородных условиях, что необходимо для эффективной количественной оценки результатов выполнения задания, и одновременно предъявляет существенные требования к работе нейрофизиологических механизмов зрительно-моторной координации.

Д. В. Захарченко разработал не только собственно экспериментальную методику, но и методику расчета целого ряда разнообразных показателей на основе получаемых с ее помощью данных. И для проведения эксперимента, и для расчета показателей им было создано оригинальное программное обеспечение. Полученные им в экспериментальном исследовании результаты продемонстрировали высокую чувствительность характеристик

движений глаз, оцениваемых с помощью разработанной им новой методики, к изменению функционального состояния оператора.

*Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации*

Диссертационное исследование Д. В. Захарченко выполнено на высоком методическом уровне. Предложенная методика оценки состояния человека-оператора в достаточной мере обоснована теоретически, ее компоненты и параметры (размеры стимулов, скорость их движения и т.п.) хорошо подобраны. Экспериментальное тестирование проводилось с использованием достаточно обоснованной модели контролируемого изменения функционального состояния (под воздействием алкоголя) и удачно выбранных количественных методов оценки оculoмоторной активности. Полученные данные тщательно проанализированы с использованием корректно выбранных статистических методов как на индивидуальном, так и на групповом уровне, и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Логика интерпретации результатов также вполне корректна.

*Текст диссертации*

Текст диссертации Д. В. Захарченко состоит из введения, обзора литературы, описания методики исследования, результатов, обсуждения, выводов, списка публикаций по теме диссертации и списка литературы. Общий объем диссертации – 105 страниц. Список литературы содержит 110 источников, из них 30 русскоязычных и 80 на английском языке. Работа удачно проиллюстрирована 24 рисунками с хорошо продуманными подписями, а наиболее важные индивидуальные данные представлены в 4 таблицах. Методика и результаты исследования описаны достаточно полно, обеспечивая возможность его воспроизведения, при этом заметно серьезное отношение автора к наиболее важным деталям. Текст написан хорошим языком, легко и с интересом читается, логика изложения четкая и ясная.

Выносимые на защиту положения, выводы и рекомендации, за небольшим исключением (отмеченном ниже в разделе «Замечания»), в достаточной мере обоснованы полученными результатами. Основные научные результаты опубликованы в авторитетных изданиях,

соответствующих тематике диссертации и входящих в действующий «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций...». Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

#### *Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации*

Результаты и выводы данной работы могут быть рекомендованы к использованию при разработке аппаратуры мониторинга и контроля состояния оператора, в частности, в таких организациях, как Московский институт радиоэлектроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), Институт радиоэлектроники им. Котельникова РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана и Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). Исследования по научному направлению диссертации целесообразно продолжать в научных и образовательных учреждениях, имеющих видеоокулографическое оборудование и соответствующих специалистов. В их числе могут быть биологический факультет и факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет психологии Высшей школы экономики, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Институт психологии РАН, НИЦ «Курчатовский институт».

Результаты работы могут быть применены для решения целого ряда важных практических задач, в частности, таких:

- Мониторинг в реальном времени состояния операторов и водителей транспортных средств.
- Клиническая диагностика и разработка методов контроля эффективности лечения.
- Исследования различных функциональных состояний человека, связанных с его профессиональной деятельностью, занятиями спортом, учёбой или творчеством.

Поскольку разработанная методика является принципиально новой и дает весьма богатый материал, который невозможно было бы полностью проанализировать даже в рамках докторской диссертации, весьма желательно продолжить изучение этого материала. На основе подхода и его конкретных методических реализаций, предложенных в работе Д. В. Захарченко, по-видимому, могут быть разработаны новые методики, как базового характера, так и адаптированные к оценке отдельных параметров функционального состояния или для конкретных практических задач.

## Замечания

- 1) Хотя обзор литературы в основном неплохо представляет текущее состояние большинства затрагиваемых в работе проблем, исследования последних лет представлены в нем в недостаточной мере. Литература, посвященная зрительно-моторной координации и переключению между задачами (task switching), вообще не рассматривается.
- 2) В описании методики сообщается, что количество алкоголя в выдыхаемом воздухе оценивалось с помощью алкотестера, однако полученные данные нигде не приводятся и не используются в анализе.
- 3) Хотя методика в целом описана весьма подробно, отсутствует информация о форме, размере, цвете курсора и особенностях передачи его движения по экрану в ответ на движение мыши. (Впрочем, сведения об особенностях движения курсора, к сожалению, вообще редко приводятся в публикациях на близкие темы, в т.ч. в литературе по зрительно-моторной координации.)
- 4) Использование лишь четырех фиксированных позиций для появления дополнительной цели в тесте «Динамика и дополнительный стимул» значительно снижало неопределенность времени ее появления для испытуемого и могло создать условия для нежелательного варьирования стратегий поведения.
- 5) В методике оценки кривизны саккады выглядят явно излишними (хотя<sup>4</sup> и не влияющими на результаты) пп. 1 и 2 (стр. 70).
- 6) Не анализировалось возможное влияние выбора испытуемым той или иной стратегии поведения в задаче на получаемые результаты. В частности, стоило по меньшей мере обсудить возможное влияние разных стратегий на выделение разных типов связи между нормированной амплитудой моды отклонений от прямой траектории саккады и временем попадания в цель (рис. 24) как альтернативу предложенному автором объяснению.
- 7) Отсутствует анализ зависимости характеристик движений глаз и зрительно-моторной координации от позиции основной цели на траектории ее движения. Сам по себе такой анализ не входил в задачи работы, но он мог бы помочь выявить дополнительные возможности разработанной методики. Также напрашивался отдельный анализ угловой и радиальной составляющих траектории цели и взгляда.

- 8) Практическая ценность работы была бы выше, если бы, кроме обычного статистического анализа влияния фактора алкоголя на значения показателей, оценивалась бы также собственно возможность разделения функциональных состояний на основе каждого изучаемых показателей в отдельности и в их комбинации (с помощью многомерных методов классификации, оценки специфичности и чувствительности, и др.).
- 9) Некоторые важные этапы работы остались «за кадром». Так, в ссылке на стр. 72 упоминается факторный анализ полученных значений показателей, однако конкретные результаты не приводятся под предлогом того, что он дал лишь один (упомянутый в ссылке) «положительный результат». Не объяснен или недостаточно объяснен (хотя и выглядит удачным в большинстве случаев) выбор значительной части параметров методики, а также выбор для анализа характеристик движений глаз и зрительно-моторной координации.
- 10) Исходя из того, что высокая статистическая значимость различий по выборке для времени попадания в цель в тесте «Динамика» не сопровождалась высокой статистической значимостью внутрииндивидуальных эффектов, автор не рекомендует использовать данный показатель в качестве маркера изменения функционального состояния. Однако эти данные говорят лишь о невозможности его использования в качестве маркера при его оценке по единичным наблюдениям. Поскольку при усреднении по каждому испытуемому значения показателя однонаправленно изменялись у 21 из 22 испытуемых, результаты не свидетельствуют против возможности использования таких усредненных значений в качестве маркера.
- 11) На стр. 67-68 в обсуждении полученных результатов автор ссылается на время простой сенсомоторной реакции «порядка 100 мс» – это явная неточность, ведь рассматриваются только реакции на зрительные стимулы, а их время значительно длиннее.
- 12) В диссертации не обсуждаются возможные ограничения сферы применения предложенной методики и конкретных показателей, возможные ошибки в оценке функционального состояния с их помощью и способы их предотвращения.

Наконец, стоит отметить, что, несмотря на новизну и большую значимость разработанной методики, автор не запатентовал ее и не опубликовал результаты в авторитетных международных научных журналах. Очевидно, что публикация лишь в российских

журналах не только недостаточна для закрепления приоритета, но и не обеспечивает получение достаточно эффективной обратной связи от специалистов в силу слишком узкого круга и рецензентов, и читателей. В частности, в случае представления рукописей статей в профильные международные журналы автор, скорее всего, уже получил бы многие из высказанных выше замечаний в рецензиях, и мог бы внести коррективы в диссертацию на стадии подготовки к защите.

Высказанные замечания в основном носят дискуссионный характер и никоим образом не перевешивают достоинств работы.

#### *Заключение*

Диссертационная работа «Изменение параметров оculoмоторных и двигательных реакций оператора под действием алкоголя» является научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Она отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Захарченко Дмитрий Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 – физиология.

Официальный оппонент  
нач. лаборатории нейроэргономики и  
интерфейсов мозг-компьютер  
Курчатовского комплекса НБИКС-технологий  
НИЦ «Курчатовский институт»  
канд. биол. наук



С. Л. Шишкин

Адрес: 123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1  
Тел.: 8 (499) 196-71-00 доб. 64-97  
Эл. почта: shishkin\_sl@nreki.ru

Подпись Шишкина С. Л. заверяю,  
Зам. директора по научной работе,  
главный ученый секретарь  
НИЦ «Курчатовский институт»



В. И. Ильгин