

ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССОВ СООТНОШЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В КОРЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА МАШИНИСТОВ МЕТОДОМ ВЫЗВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА (Р-300)

© 2018 г. В. В. Сериков*, А. А. Обознов**,
В. Я. Колягин***, А. А. Закревская****

* *Руководитель Отраслевого научно-практического центра психофизиологии труда, НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД»; г. Москва
E-mail: vasilij_serikov@mail.ru*

** *Доктор психологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт психологии РАН; академик Международной академии человека в аэрокосмических системах; г. Москва
E-mail: aao46@mail.ru*

*** *Научный сотрудник лаборатории психологического отбора, коррекции и управления функциональным состоянием Отраслевого научно-практического центра психофизиологии труда, НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД»; г. Москва
Email: v-kolyagin@yandex.ru*

**** *Ведущий научный сотрудник лаборатории психологического отбора, коррекции и управления функциональным состоянием Отраслевого научно-практического центра психофизиологии труда, НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД»; г. Москва
E-mail: sternwanderer@yandex.ru*

Актуальность исследования обусловлена развитием новых технологий железнодорожных перевозок и рисками «человеческого фактора», связанными с надёжностью профессиональной деятельности лиц операторских профессий. В статье приводятся результаты исследования по методике когнитивных вызванных потенциалов, которая проводилась с участием 40 машинистов пассажирского движения в возрасте от 24 до 46 лет до и после ночной поездки, смоделированной на тренажёрном комплексе «Кабина машиниста локомотива ЭП1М». Продолжительность поездок составляла 7 и 8 часов. Гипотеза заключалась в том, что при увеличении продолжительности рабочей смены на 1 час возрастает риск развития дисбаланса процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга машинистов. По окончании поездок были выявлены респонденты, у которых

значимые параметры когнитивного вызванного потенциала Р-300 вышли за границы их возрастной нормы, причем, у части из них преобладали процессы возбуждения коры головного мозга, а у другой части – процессы торможения. Полученные данные были сопоставлены с результатами психофизиологического обследования до и после поездки. По результатам обследования была выделена «группа риска» - машинисты, которым крайне не рекомендовано увеличение продолжительности рабочей смены на 1 час.

Ключевые слова: когнитивные вызванные потенциалы, продолжительность рабочей смены, работники локомотивных бригад

ВВЕДЕНИЕ

Развитие железнодорожной отрасли сопряжено с появлением новых технологий движения, увеличением объёма перевозок и повышенными требованиями к психофизиологическим возможностям организма работников. Работа машиниста локомотива характеризуется состояниями утомления, монотонии, высокими стрессовыми нагрузками, и увеличение продолжительности рабочей смены воспринимается в этой связи как фактор риска, поскольку напрямую снижает надёжность компонента человеческого фактора. С другой стороны, техническое совершенствование локомотивов, оборудование их системами безопасности, способно компенсировать возможные риски. С целью исследования динамики функционального состояния машинистов в ходе смен различной продолжительности были смоделированы ночные поездки на тренажёре «Кабина машиниста локомотива ЭП1М».

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованию психологических механизмов и проблем регуляции надёжности человека – оператора в экстремальных условиях трудовой деятельности в последние десятилетия посвящено значительное количество работ, как в отечественной, так и зарубежной литературе (Нерсисян, 1969;

Бодров, Орлов, 1998; Дикая, 2003; Костин, Голиков, 2012; Завалова и др., 1986; и др.).

Анализ этих работ показывает, что большинство из них связаны с проблемой психической регуляции поведения и деятельности человека-оператора, что отражено в различных теоретических подходах: Кибернетический подход (Анохин, 1975; Бернштейн, 1962); структурно-функциональный подход (Ломов, 1991; Шадриков, 2010; Чуприкова, 1985; Карпов, 2005; Зараковский, 1997); концептуальные модели в психической регуляции профессиональной деятельности (Ошанин, 1973; Завалова и др., 1986); саморегуляции деятельности и функциональных состояний (Рубинштейн, 2000; Конопкин, 2005; Моросанова, 2001; Обознов, 2003); метакогнитивизм (Карпов, 2004; Холодная, 2002; Flavell, 1977; и др.); организационно-процессуальный подход к анализу психической регуляции поведения и деятельности (Костин, Голиков, 2012).

Однако данные теоретико-методологические подходы не могут в полной мере отражать механизмы психической и психофизиологической регуляции деятельности человека-оператора без объективной оценки динамики когнитивных функций в процессе профессиональной деятельности. Исследование механизмов психической регуляции позволит лучше понять, за счет чего происходит срыв функциональных и регуляторных систем организма, приводящий к ошибкам, авариям и проездам запрещающих сигналов светофора, и своевременно скорректировать нарушенные механизмы когнитивной сферы в плане повышения надежности профессиональной деятельности человека-оператора.

Одним из объективных методов оценки когнитивных функций человека-оператора по данным ряда авторов (Гнездицкий, 2003; Goodwin, 2003), является метод когнитивных вызванных потенциалов (P-300). Сущность метода анализа когнитивных процессов мозга заключается в том, что выделяются не просто реакции на тот или иной стимул, связанные с

приходом афферентации, а анализируются эндогенные события, происходящие в мозгу, связанные с распознаванием и запоминанием стимула (Гнездицкий, 2003). Данный метод применяется при оценке преклинической стадии когнитивных нарушений, может быть сделан на любую модальность стимула (слуховой, зрительный). В контексте изучения надёжности деятельности машиниста локомотива данный метод представляется более объективным, поскольку позволяет получить информацию о процессах, происходящих в различных мозговых структурах, и затем связать её с результатами выполнения психофизиологических методик до и после работы на тренажёре. Таким образом, возможна и оценка динамики работоспособности машиниста, и выявление возможных причин ошибочных действий, допущенных им в ходе смоделированной поездки.

МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 40 машинистов электровоза пассажирского движения Московской дирекции тяги (ТЧЭ – 6 и ТЧЭ – 2) в возрасте от 24 до 46 лет. Проведено 80 исследований.

Машинисты совершали «поездки» на тренажерном комплексе без помощника машиниста. Перед «поездкой» машинисты получали задание, в котором был расписан маршрут движения, скоростной режим по каждому участку пути и временные интервалы между остановками.

Моделирование поездной деятельности машиниста осуществлялось с помощью тренажерного комплекса «Кабина машиниста локомотива ЭП-1М», который максимально точно воспроизводит условия реальной поездки. Технические возможности комплекса позволяют задавать такие параметры, как время суток, различные погодные условия, а также неисправности в локомотиве и экстренные ситуации.

По окончании каждой поездки на тренажерном комплексе автоматически формировался протокол совершаемых машинистом ошибок в

управлении локомотивом с учетом степени их значимости для безопасности движения, оценка производилась по пятибалльной системе. В протоколе отображалось количество нарушений и суммарный штрафной балл, что и служило индикатором надежности профессиональной деятельности.

Также исследовались когнитивные функции мозга работников локомотивных бригад с использованием методики вызванных потенциалов Р300 до и после моделирования элементов профессиональной деятельности на тренажерном комплексе «Кабина машиниста локомотива ЭП1М» в условиях сменной работы.

Вызванные потенциалы представляют собой ответы мозга на различные стимулы и возникающие в мозге события. Считается, что когнитивные вызванные потенциалы являются индикаторами электрических процессов работы мозга, связанных с механизмами восприятия информации и её обработки (Гнездицкий, 2003). В данный механизм включены корковые функции мозга человека, такие как распознавание стимулов, запоминание и мыслительные процессы, связанные с принятием решения.

Поскольку на одиночных записях ВП обычно слабо выделяются на фоне спонтанных колебаний ЭЭГ, их выделяют методом синхронного (когерентного) усреднения нескольких десятков записей ЭЭГ. В зависимости от модальности стимулов и вызываемых событий можно оценивать состояние проведения по соответствующим путям и состояния центральных звеньев, вовлекаемых в процесс восприятия и последующей обработки информации. Методика Р300 основывается на подаче случайной последовательности в серии из двух стимулов, среди которых есть незначимые и значимые, на которые испытуемый должен реагировать и которые не резко, но отличаются друг от друга по ряду параметров. При обычном выделении ответов на эти отличающиеся стимулы (чаще используются слуховые), без условия их опознания, регистрируются длиннотентные слуховые ВП (V-волна), которые несколько отличаются

друг от друга из-за разницы параметров стимулов. Однако ситуация меняется, если будет дана инструкция, что один из стимулов будет значимым (2000 Гц.) и на него нужно обратить внимание, опознать и подсчитать. Он будет редко подаваться на фоне незначимых стимулов (1000 Гц.). При выделении и усреднении в такой серии ответов на незначимые частые стимулы получается волна, сходная при выделении в обычной последовательности. При выделении ответов на значимые редкие стимулы характер ответов будет резко отличаться от обычной серии появлением большой позитивной волны в области 300 мс. Физические свойства стимула не изменяются, меняется лишь то, что эти стимулы распознаются в серии других стимулов, они запоминаются, подсчитывается их число. Следствие этого процесса распознавания и запоминания – появление эндогенной волны, точнее комплекса в области 300мс. (P300).

Полученные данные подвергались статистической обработке с помощью программы SPSS v.17.

Когнитивные функции мозга 40 машинистов пассажирского движения исследовались при помощи методики вызванных потенциалов P300 до и после моделирования профессиональной деятельности на тренажерном комплексе «Кабина машиниста локомотива ЭП1М» в экспериментальных условиях работы в ночное время суток с 21:00 до 05:00.

Всем пациентам проводилось исследование когнитивного ВП с оценкой волны P300 с использованием слуховой (счет значимого стимула) и невербальной стимуляции (реагированием на стимул нажатием кнопки).

Исследование когнитивного ВП было проведено с помощью аппаратно-программного комплекса электроэнцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 Энцефалан-131-03 (НПКФ "Медиком МТД", Таганрог).

При исследовании волны P300 пациентам предъявлялись серии звуковых стимулов в случайном порядке, среди которых были незначимые и значимые стимулы. Пациенты распознавали целевой стимул и реагировали

на него подсчетом в первой серии и нажатием кнопки во второй серии стимуляции.

Применялись стандартные условия стимуляции для слухового Р300: стимуляция – бинатуральная; длительность стимула – 50 мс; интенсивность – 80 дБ; период между стимулами – 1 с; частота тона: для значимого – 2000 Гц, вероятность – 20 – 30%; для незначимого стимула – 1000 Гц, вероятность – 70 – 80%; возникновение в серии значимого и незначимого стимула – псевдослучайно, на каждые 7 незначимых появляются 1 – 2 значимых стимула. В исследовании использовались электроды Cz и Fz, отведение относительно ипсилатерального ушного или мастоидного электрода А1 или А2. На первый вход подавался электрод С3 (С4). Заземляющий электрод – Fpz. Чувствительность при записи – 20 мкВ/дел, после усреднения – до 5-10 мкВ/дел. Частотная полоса – 0,1 (0,5) – 30 Гц. Переходное сопротивление электродов – не выше 5 кОм. Эпоха анализа составляла 750-1000 мс. Число усреднений для значимого стимула от 20 до 30.

Проведение контрольного эксперимента в реальных условиях не представлялось возможным, так как во время реальной поездки не допускается присутствие в кабине посторонних лиц и использование диагностической аппаратуры, поскольку помехи в работе машиниста могут создать угрозу для безопасности движения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты проведенных исследований по оценке когнитивных составляющих ВП (Р-300) у машинистов, до и после смоделированных поездок на тренажерном комплексе «Кабина машиниста ЭП1М» по 7-ми и 8-ми часовому графику рабочей смены представлены на рисунке 1.

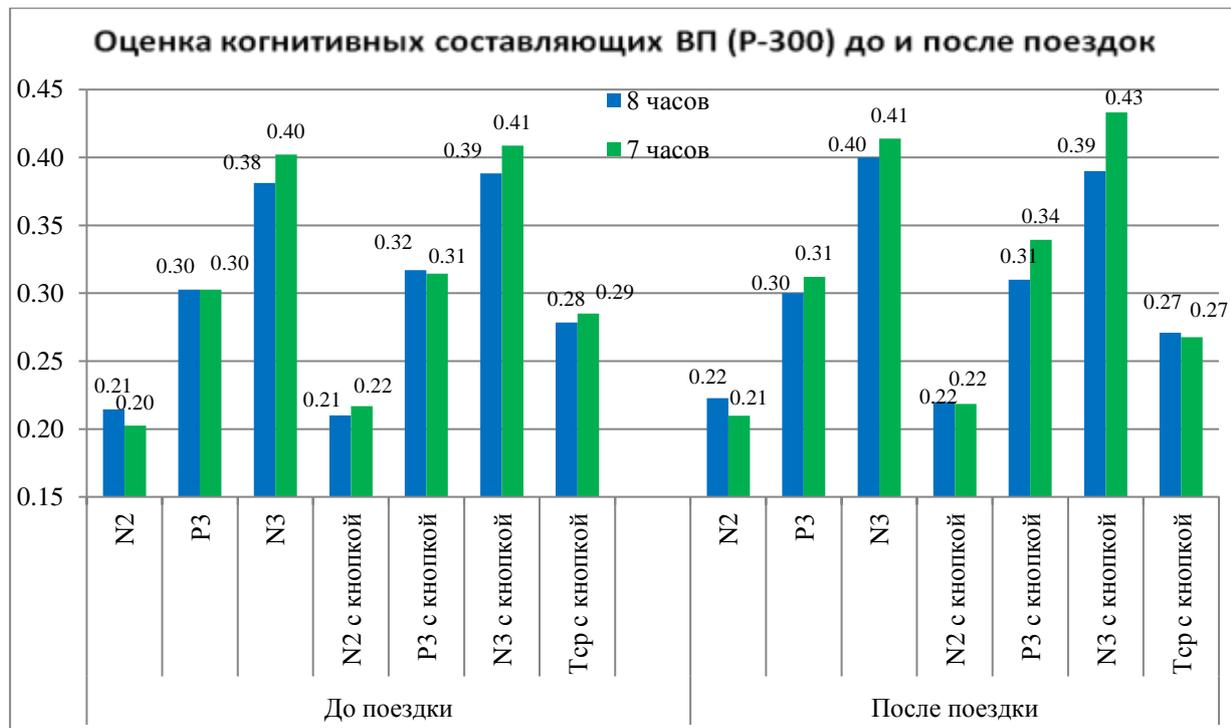


Рис. 1. Когнитивные составляющие ВП (P-300 в м.сек.) в условиях счета значимых стимулов и при нажатии кнопки на значимый стимул в группе респондентов до и после 7 и 8-часовых поездок на тренажере.

На рисунке 1 видно, что значимых различий в группах машинистов после 7-часовой поездки и 8-часовой поездки не обнаружено ни по одному из параметров: N2 – восприятие, P3 - опознание, дифференцировка значимого стимула; N3 – принятие решения. Тср. – скорость реакции (время нажатия на кнопку после принятия решения).

Ошибки принятия решений машинистами до и после 7-ми и 8-ми часовых поездок представлены на рисунке 2.

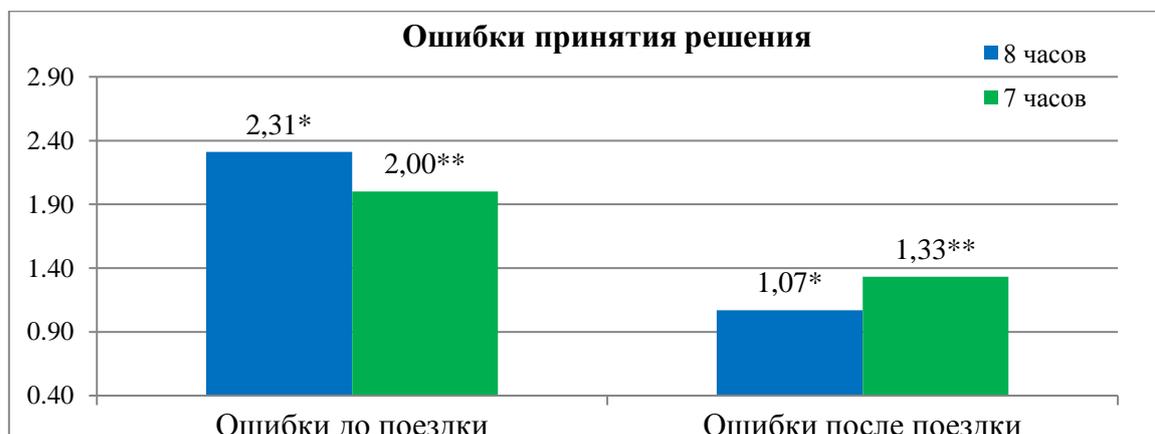


Рис. 2. Ошибки принятия решений машинистами до и после 7-ми и 8-ми часовых поездок *, ** $p \geq 0,04$, $p \geq 0,05$.

На рисунке видно, что ошибки принятия решения значимо снижаются к концу смены в группах респондентов после 7- и 8-часовой поездок на тренажерном комплексе, что указывает на естественную работу механизмов адаптации к выполнению поездной деятельности.

Исследованием установлено, что, несмотря на успешное выполнение профессиональной деятельности в ходе формирующего эксперимента с использованием тренажерного комплекса «Кабина машиниста ЭП1М», были выявлены респонденты, у которых значимые параметры когнитивного вызванного потенциала Р-300 вышли за «границы их возрастной нормы». Причем, процент респондентов с превышающими значениями показателей в группе с 7-часовой поездкой и с 8-часовой поездкой примерно одинаков и составляет около 20% и 25% соответственно. Данную категорию респондентов следует отнести в «группу риска». При анализе данных когнитивного вызванного потенциала Р-300 выявлено, что в этой «группе риска» наиболее значимо изменяются такие параметры как: N2 (восприятие значимого стимула при нажатии на кнопку); латентность Р300 (опознание значимого стимула); параметр N3 (принятие решения к действию) и Тср. (скорость реакции –нажатие на кнопку после принятия решения) (см. рисунок 3).

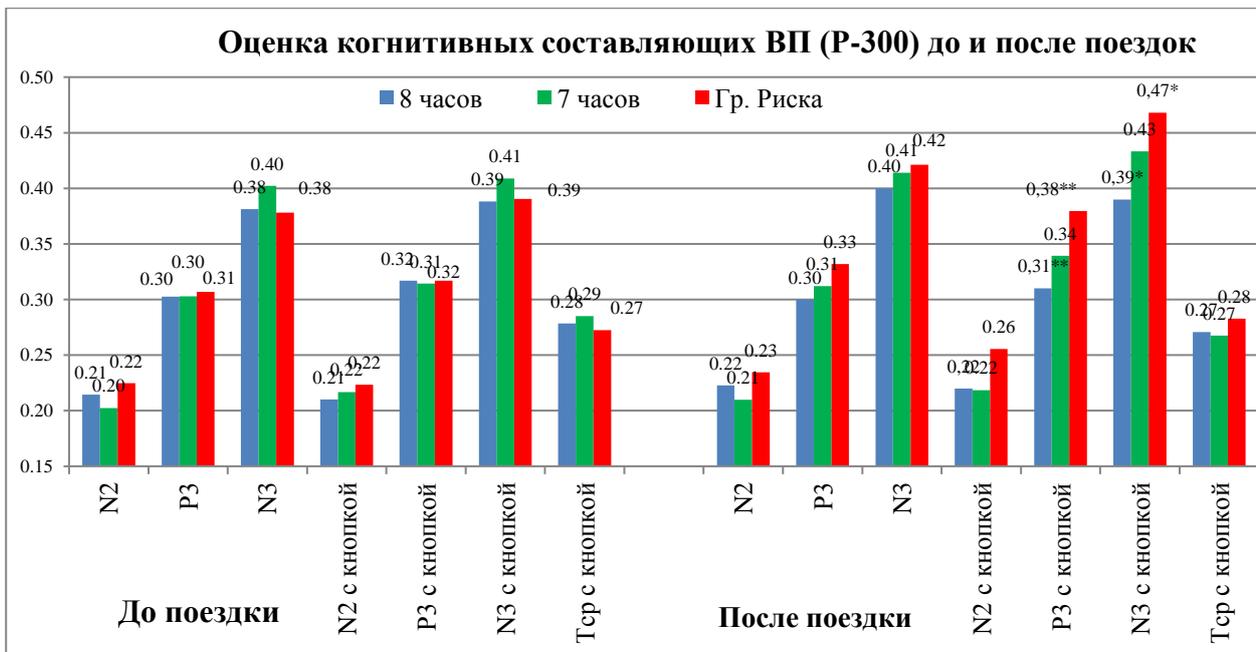


Рис. 3. Когнитивные составляющие ВП (P-300 в м.сек.) *, ** - $p \geq 0,05$ в условиях счета значимых стимулов и при нажатии кнопки на значимый стимул в группах машинистов после 7-ми, 8-ми часовых поездок в сравнении с группой «риска».

Также анализ данных респондентов показал, что несмотря на увеличение латентности P-300, скорость реакции у респондентов изменялась как в сторону снижения (респонденты реагировали быстрее и совершали больше ошибочных нажатий на кнопку при распознавании значимого стимула), так и в сторону увеличения времени реагирования, что тоже приводило к ошибочным нажатиям на кнопку. Таким образом, показатели респондентов, попавших в «группу риска» значимо различались, при этом данные испытуемые совершали вдвое больше ошибочных нажатий на значимый стимул после смоделированных поездок на тренажере (см. рис. 4).

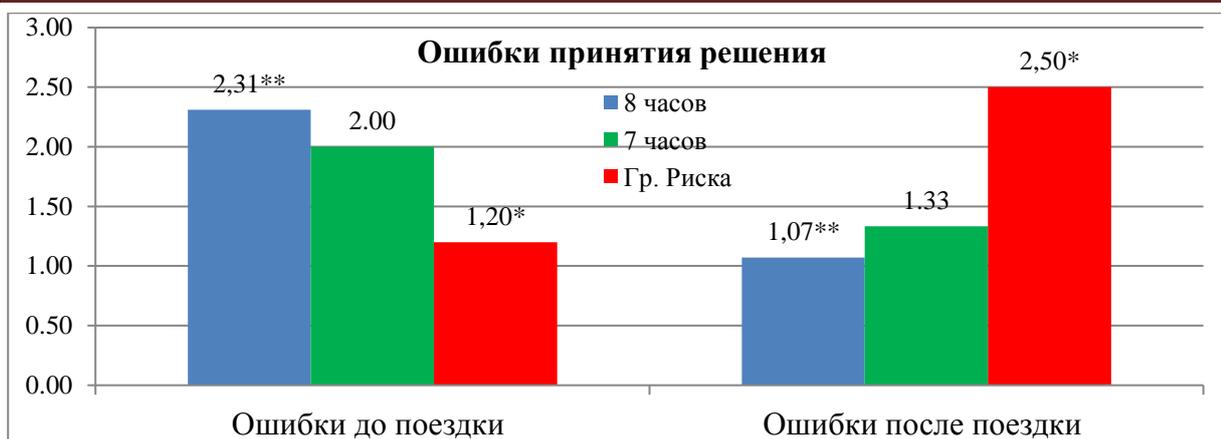


Рис. 4. Ошибки принятия решения при распознавании значимого стимула у в группах респондентов после 7 и 8 часовой поездки и «группы риска» *, ** - $p \geq 0,05$.

Следует отметить, что респонденты из «группы риска» до поездки совершают меньше ошибочных нажатий на кнопку в сравнении с группой респондентов контрольной и экспериментальной группы, а по окончании поездок совершают ошибочных нажатий почти в 2 раза больше, что указывает на слабую работу адаптивных процессов в структуре головного мозга.

Далее были проанализированы результаты психофизиологического обследования машинистов из «группы риска». По методике ЭПФС у машинистов с преобладанием процессов возбуждения отмечается гораздо более быстрая реакция (в среднем 0,55 сек против 0,84 в группе с выраженным торможением), но и количество ошибок больше за счёт неверных нажатий (выбор не того цвета) и реакций на обычный сигнал, когда им кажется, что он – целевой, т.е. удлиненный. В целом стиль выполнения методики можно описать как хаотическое реагирование, когда моторный компонент деятельности срабатывает первым, а оценка своих действий значительно запаздывает. В группе машинистов, у которых отмечено чрезмерное торможение, преобладают пропуски целевого сигнала, что происходит из-за падения скорости восприятия (при этом характерны

высказывания «Вижу, что это нужный сигнал, но не успеваю среагировать» (см. рисунок 5).

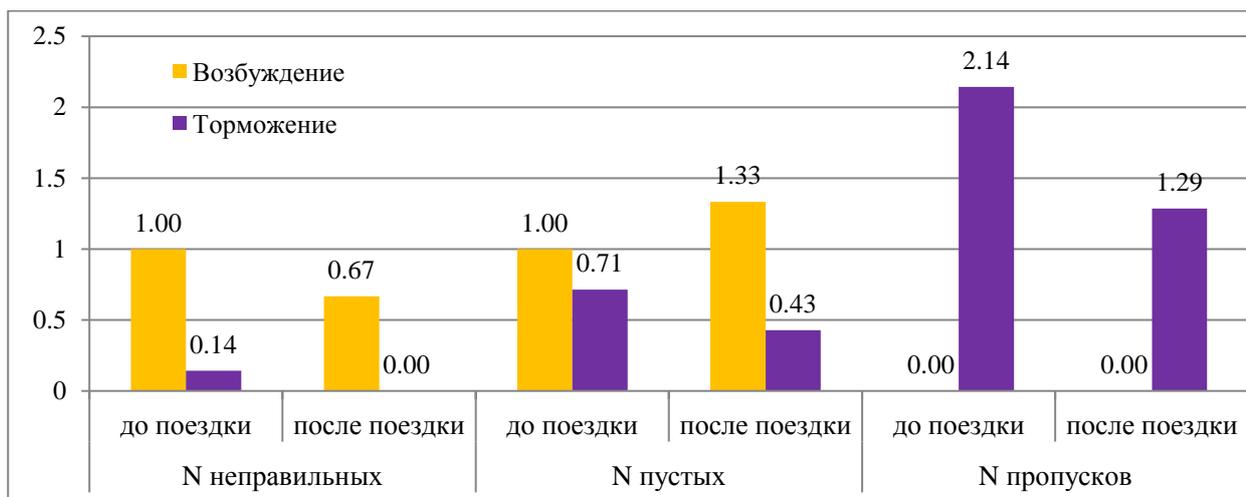


Рис. 5. Результаты методики ЭПФС в группе машинистов с преобладанием процессов возбуждения и торможения нервной системы

Аналогичные результаты получены и по методике ЧВ. Преобладание процессов возбуждения выражается в недооценке временных интервалов, в ощущении, что нужно торопиться и скорее закончить работу, тогда как торможение способствует их переоценке, во многом за счёт того, что увеличивается промежуток от момента восприятия точной длительности интервала («пора реагировать») до фактического нажатия с целью погасить сигнал. Стоит отметить, что эти тенденции были обнаружены у машинистов ещё до ночной поездки, а по завершении работы они усилились.

В отношении теста САН отметим, что обе группы демонстрировали тенденцию к падению активности после ночной смены, однако, и в первой, и во второй отмечается по одному случаю резкого снижения по всем трём шкалам методики.

В методике ДОРС машинисты, склонные к преобладанию процессов возбуждения, отмечают монотонию как основной негативный фактор ночной поездки на тренажёре (в среднем 17,3 балла), а машинисты, у которых зафиксировано преобладание торможения, испытывают главным образом психическое пресыщение от работы (в среднем 18,7 балла).

ВЫВОДЫ

1. На исследованной выборке респондентов, совершивших экспериментальную поездку на тренажерном комплексе «Кабина машиниста электровоза ЭП1М», с продолжительностью 7 и 8 часов не обнаружено значимых различий когнитивных составляющих вызванного потенциала (Р-300) до и после поездок.

2. В выборке машинистов с 7-ми и 8-ми часовой поездками выявлены группы «риска» 20% и 25% соответственно. 3. В группе «риска» после 8-ми часовой поездки выявлены 3 респондента, которые реагировали на значимый стимул снижением времени реакции (гипервозбуждение коры головного мозга) и 7 респондентов, которые реагировали увеличением времени реакции (гиперторможение коры головного мозга), соответственно они совершали в два раза больше ошибочных нажатий на кнопку в сравнении с группой нормотоников.

4. По результатам методики исследования вызванных потенциалов головного мозга (Р-300) во время исследований на тренажёре была выявлена «группа риска» - машинисты, у которых в ходе поездки развивается дисбаланс процессов возбуждения и торможения. В этих группах значимые параметры функционального состояния головного мозга вышли за пределы их возрастной нормы, что свидетельствует о нарушениях когнитивной функции головного мозга у данных работников после 7-ми и 8-ми часовой смены на тренажере.

5. Результаты психофизиологического обследования подтверждают данную закономерность, в связи с чем по итогам тестирования машинистов в локомотивных депо среди них также удалось выявить «группу риска», которая, как и при исследованиях на тренажёре, составила примерно $\frac{1}{4}$ общей выборки.

6. Для данной категории машинистов увеличение продолжительности рабочего времени может повлечь за собой риск возрастания ошибочных действий (в случае преобладания процессов возбуждения это ошибки реакции выбора, быстрое хаотическое реагирование, субъективное переживание монотонии в поездке по причине невозможности переключиться на более активную деятельность; в случае преобладания процессов торможения – замедленный ответ на предъявляемый сигнал, субъективное ощущение стресса в поездке, переизбытка требований к скорости и точности работы).

ЛИТЕРАТУРА

- Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975.
- Анохин П.К.* Системные механизмы высшей нервной деятельности: избр. тр. М.: Наука, 1979.
- Бернштейн Н.А.* Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой: на правах рукописи. М.: Институт философии Академии наук СССР, 1962.
- Бодров В.А., Орлов В.Я.* Психология и надежность: человек в системах управления техникой. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998.
- Гнездицкий В.В.* Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М.: МЕДпресс-информ, 2003.
- Дикая Л.Г.* Психическая саморегуляция функционального состояния человека (системно-деятельностный подход). М.: Изд-во "Институт психологии РАН", 2003.
- Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А.* Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986.
- Зараковский Г.М., Гальперин М.И., Петров В.П.* Операционно-психофизиологический метод оценки загрузки человека-оператора //

Авиационные цифровые системы контроля и управления / Под ред. В.А. Мясникова, В.П. Петрова. Л.: Машиностроение, 1976.

Карпов А.В. Метасистемная организация уровневых структур психики. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004.

Конопкин О.А. Структурно-функциональный и содержательно-психологический аспекты осознанной саморегуляции // Психология. 2005. №1. С. 27–42.

Костин А.Н., Голиков Ю.Я. Организационно-процессуальный подход к анализу психической регуляции поведения и деятельности // Знание. Понимание. Умение. 2012. № 4. С. 245–249.

Ломов Б.Ф. О структуре процесса опознания сигнала // Материалы XVIII Междунар. конгр. по психологии: Обнаружение и опознавание сигнала. Симпоз. 16. М., 1966.

Ломов Б.Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. М.: Педагогика, 1991.

Моросанова В.И. Индивидуальный стиль саморегуляции: феномен, структура и функции в произвольной активности человека. М.: Наука, 2001.

Нерсисян Л.С., Пушкин В.Н. Психологическая структура готовности оператора к экстренному действию // Вопросы психологии. 1969. №5. С. 60-69.

Обознов А.А. Психическая регуляция операторской деятельности (в особых условиях рабочей среды). М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2003.

Общая психология: Учебник / Под общ. ред. А.В. Карпова. М.: Гардарики, 2005.

Шадриков В.Д. Профессиональные способности. М.: Университетская книга, 2010.

Психологические вопросы регуляции деятельности / Под ред. Д.А. Ошанина, О.А. Конопкина. М.: Педагогика, 1973.

Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб: Питер, 2000.

Холодная М.А. Психология интеллекта: Парадоксы исследования. 2-е изд. СПб.: Питер, 2002.

Чуприкова Н.И. Психика и сознание как функции мозга. М.: Наука, 1985.

Goodwin C. Conversation and brain damage. Oxford: Oxford University Press, 2003.

Flavell J.H. Cognitive development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1977.

APPLICATION OF THE COGNITIVE EVOKED POTENTIAL P-300 FOR THE EVALUATION OF THE BRAIN WORK OF LOCOMOTIVE DRIVERS

© 2018 Vasily V. Serikov*, Alexander A. Oboznov**,
Vladimir Ya. Kolyagin***, Anna A. Zakrevskaya****

* *Head of the Scientific and Practical Center of Psychophysiology of Labor, Scientific Research Clinical Center of JSCo «Russian Railways»; Moscow
E-mail: vasily_serikov@mail.ru*

** *Doctor of Psychology, Professor, Chief Researcher, Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences; Academician of the International Academy of Man in Aerospace Systems; Moscow
E-mail: aao46@mail.ru*

*** *Researcher of the Laboratory of psychological selection, correction and management of the functional state of the Scientific and Practical Center of Psychophysiology of Labor, Scientific Research Clinical Center of JSC Russian Railways; Moscow
Email: v-kolyagin@yandex.ru*

**** *Leading researcher of the Laboratory of psychological selection, correction and management of the functional state of the Scientific and Practical Center of Psychophysiology of Labor, Scientific Research Clinical Center of JSCo «Russian Railways»; Moscow
E-mail: sternwanderer@yandex.ru*

The relevance of the study is due to the development of new technologies of rail transportation and the risks of the "human factor" associated with the reliability of the professional activities of persons in the operator professions. The article presents the results of a study on the method of cognitive evoked potentials which was held with the participation of 40 drivers of the passenger movement at the age from 24 to 46 years before and after a night trip, simulated on the simulator complex "Cab of the locomotive driver EP1M", The duration of the trips was 7 and 8 hours.

The hypothesis was that with an increase in the duration of the shift for 1 hour, the risk of developing an imbalance in the processes of excitation and inhibition in the cortex of the brain of the machinists increases. At the end of the trips, respondents were identified who had significant parameters of the cognitive evoked potential of the P-300 beyond the limits of their age norm, and some of them were dominated by the processes of excitation of the cerebral cortex, and in the other part, the processes of inhibition. The obtained data were compared with the results of the psychophysiological examination before and after the trip. A "risk group" has been singled out – the machinists, who are not recommended to increase the duration of the shift for 1 hour.

Key words: cognitive evoked potentials, duration of the shift, locomotive crews.

Библиографическая ссылка на статью:

Сериков В.В., Обознов А.А., Колягин В.Я., Закревская А.А. Применение когнитивного вызванного потенциала Р-300 для оценки работы мозга машинистов // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2018. Т. 3. № 2. С. 166-182.

Адрес статьи:

<http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document369.pdf>