

## Доклад В.М. Шахнаровича

### "Физиолого-техническое обеспечение контроля за состоянием машиниста в рейсе"

Известно, что во время длительных рейсов, особенно ночных, существует реальная опасность снижения уровня бодрствования у машиниста локомотива, вплоть до засыпания в процессе вождения. Сказывается монотонность условий деятельности при постоянном напряжении внимания, однообразии (малоподвижность) рабочей позы, усыпляющая низкочастотная равномерная вибрация и другие факторы. Иногда сонливость нарастает постепенно, в других случаях отмечаются мгновенные «провалы» внимания, и транспортное средство на какое-то время оказывается фактически неуправляемым. По данным ВНИИЖГ при анонимном анкетировании машинистов - 29% признали, что сонливость у них наступает практически в каждой ночной поездке.

Сами машинисты осознают острую необходимость поиска способов борьбы с наступлением дремоты и утраты бдительности во время движения. Зачастую всевозможные средства борьбы с сонливостью, начиная от строгого соблюдения режима труда и отдыха и кончая физическими упражнениями, рекомендованными к использованию во время работы, оказываются недостаточно эффективными во время длительного рейса.

По этим причинам особое значение приобрела задача создания автоматизированной системы для постоянного контроля состояния машиниста. Очень часто исследователи ставят задачу разработки метода, надежно определяющего наступление сна у машиниста. Это ошибочный подход, поскольку машинист становится опасным при управлении локомотивом уже в состоянии глубокой релаксации. Необходимо разрабатывать методы, определяющие наличие предвестников сна и глубокой релаксации.

Проблема создания технологии контроля состояния человека в упрощенном виде может быть сведена к:

- определению эффективных и неэффективных состояний человека с точки зрения его деятельности
- определению психофизиологических функциональных показателей человека, адекватно диагностирующих эти состояния,
- созданию систем автоматического мониторинга этих состояний.

Функциональные состояния человека в целях практического применения могут быть рассмотрены в виде древа состояний (Рис.1)



Рис. 1

Из представленного рисунка следует, что любая технология, предотвращающая засыпание фактически должна отсекал все правые ветви «Древа состояний», как опасные с точки зрения безопасности движения. Такая технология должна эффективно диагностировать смерть и потерю сознания машиниста и не допускать наступление состояний психофизиологической релаксации и сна. Из чего следует, что желательно обнаруживать возникновение состояния сужения функции внешнего внимания, как предшественника глубокой релаксации и сна. У этого состояния имеются свои физиологические корреляты, среди которых следует искать наиболее приемлемый физиологический показатель.

Исходя из общих представлений о физиологических коррелятах сна, выбор возможных показателей невелик, но достаточно разнообразен: тонус мышц, кардиопульс со всеми современными видами его обработки, электродермальная активность, всевозможные формы контроля за глазами (окулограмма, частота и скорость мигания), да и, собственно, ЭЭГ. К ним близки и те технологии, которые пытаются использовать для мониторинга засыпания интегральные поведенческие реакции. За последние 20 лет патентная литература по данному вопросу составила изрядную библиотеку, но успешной практической реализации достигли не многие.

В специально аранжированных лабораторных экспериментах, позволявших моделировать монотонную операторскую деятельность, при регистрации классических полиграмм сна изучалась динамика выбранного коррелята и определялась точность диагностики.

Результаты наших экспериментов в прагматическом смысле оказались неоднозначными. Наибольшую перспективу имели электродермальная активность, тонус шейных мышц, скорость мигания и некоторые поведенческие реакции (например, почерк вождения, выражающийся в силе нажатия или сжатия органов управления).

Далее оказалось, что на основе отобранных нами показателей достаточно легко сделать «будильник». Т.е. прибор, который разбудит уже засыпающего машиниста. С точки зрения безопасности движения такой прибор – опасный прибор, поскольку в момент пробуждения потерял контроль за окружающей обстановкой.

Далее были сформулированы общие медико-технические требования к разрабатываемой технологии. Принципиальные позиции этих требований следующие:

- Система должна обнаруживать психофизиологические состояния, предшествующие сну и вырабатывать предупредительную команду машинисту о необходимости мобилизации с вероятностью не хуже  $10^{-4}$ .
- Система должна обнаруживать состояния перехода от релаксации к дремотной стадии сна и вырабатывать предупредительную команду машинисту о необходимости мобилизации с вероятностью не хуже  $10^{-4}$ .
- Возможные избыточные срабатывания прибора на фоне ранних этапов релаксации у части людей с точки зрения обеспечения безопасности движения не являются опасными.
- 

При такой постановке задачи не выдержали испытаний такие показатели, как тонус шейных мышц и почти все виды контроля за глазами.

Наиболее эффективными по надежности контроля оказался показатель скорости мигания  $-10^{-2}$  и уровень электродермальной активности  $-10^{-4}$ .

Основные параметры электрокожной активности адекватно отражают уровень активации организма и, при этом, достаточно легко поддаются объективной регистрации, что, разумеется, является немаловажным достоинством, поскольку речь идет о создании устройства для автоматического контроля.

Опыт 8-летней эксплуатации [Телемеханической Системы Контроля Бодрствования Машиниста \(ТСКБМ\)](#) указывает пути дальнейшего совершенствования этой системы.

Определены основные направления исследований в направлении создания перспективной надежной бесконтактной дистанционной системы на основе принципов “face control”.