

Контроль состояния оператора, как эту задачу решают физики

Первый шаг это – постановка задачи. Наша цель - обеспечение подачи сигнала на остановку поезда (автомобиля, техпроцесса), если машинист, водитель или оператор не может выполнять работу по причине потери необходимой физиологической кондиции. Т.е. ***речь не идёт об определении состояния человека вообще***, а только о нахождении неблагоприятных признаков, либо признаков, безусловно подтверждающих то, что состояние соответствует норме.

Второй шаг это - выбор метода контроля. **Мы должны в каждый момент времени с наперед заданной достоверностью знать, что оператор способен выполнять работу.**

Метод контроля основан на обнаружении и регистрации значимых событий (маркеров) в выбранных физиологических показателях, разворачивающихся во времени (например: ЭЭГ, ЭДР, пульс, тонус мышц и т.п.), рациональных (в отношении выполняемой работы) действий человека (например для водителя: торможение автомобиля, переключение скоростей, подача сигнала поворота и т.п.), выполнении тестовых заданий, например: нажатие на кнопку в ответ на запрос, ответ на голосовой запрос и т.п..

С каждым маркером связана вероятность $p(t)$ того, что человек в начальный момент времени (при $t = 0$) находится в «нормальном» состоянии в соответствии с требованиями той работы, которую он выполняет. Значения вероятности $p(0)$ определяются заранее из лабораторных и других данных. После окончания значимого события вероятность «нормального» состояния изменяется во времени, обычно падает по экспоненциальному закону $p(t) = p(0) \cdot e^{-\lambda t}$. Символ λ носит название интенсивность событий (в нашем случае – интенсивность засыпаний) и обычно имеет размерность 1/час. Эта величина зависит от условий работы, прежде всего от её монотонности, например, для машинистов $\lambda \sim 10^{-2}$ час⁻¹, а для водителей $\lambda \sim 10^{-6}$ час⁻¹. Функция, описывающая изменение значения вероятности, может зависеть от типа маркера, личностных характеристик, условий работы и других показателей, и также определяется заранее. При таком контроле в каждый момент времени можно определить вероятность того, что человек находится в «нормальном» состоянии и можно сделать прогноз изменения этой вероятности.

Такой метод позволяет «предсказать» момент времени, когда вероятность станет ниже заданного порога. Если же произойдет значимое событие, которое «подтвердит» «нормальное» состояние с достоверностью большей, чем вычисленное значение функции после предыдущего события, мы начинаем процесс определения вероятности «нормального» состояния заново.

В случае если оператор начал работу в нормальном состоянии, которое подтверждено предсменным контролем, вероятность того, что он не спит в начальный момент времени, принимается за 1.

Рассмотрим работу нашей системы поддержания работоспособности водителя **Vigiton®**. В соответствии нормативными документами водитель автомобиля должен не менее чем 1 раз за 4 часа остановиться и отдохнуть. Т.е.

фактически в вышеприведенной формуле как максимум каждые 4 часа отсчет времени начинается заново, т.е. $t_{\max} = 4$ час. После остановки и отдыха водитель начинает движение и при этом не спит с вероятностью $p(0) = 1$. Как принято говорить в технике, происходит инициализация, т.е. восстановление начального или исходного состояния водителя, что, безусловно, относится к значимым событиям. Чтобы уменьшить в десять раз общее количество смертей в ДТП по причине потери нормального состояния бодрствования водителя (сейчас - около 3000 в год), нужно уменьшить вероятность засыпания на порядок. Это означает, что при известной величине λ маркеры должны следовать в 10 раз чаще, т.е. $t_{\max} = 24$ мин. Учитывая, что среди водителей есть такие, у которых $\lambda > 10^{-6}$ час⁻¹, мы уменьшили это время до 3-х минут.

При контроле засыпания водителя маркерами являются те события, которые свидетельствуют с известной заранее достоверностью о том, что водитель не спит.

В этой модификации системы используется учёт трёх маркеров.

Первый - наличие заданного наперёд количества импульсов КГР за определённый промежуток времени $p(0) \geq 0,9999$.

Второй - это так называемое рациональное действие, например, включение указателя поворотов с одновременным поворотом в указанную сторону, торможение перед реальным препятствием, ручное включение "дворников" при наличии дождя и т.п. $p(0) \geq 0,9995$

Третий – нажатие на кнопку в ответ на световой или звуковой сигнал (запрос) прибора $p(0) \geq 0,9995$.

Именно третий маркер вызывает частые нарекания водителей, поскольку не имеет непосредственного отношения к управлению автомобилем. В монотонных условиях управления количество этих событий достигает в среднем 6 за час. Для уменьшения этой величины в настоящее время мы верифицируем еще три маркера, которые будут учитываться в следующей модификации системы: параметры моргания, пульса и тонуса мышц. В дальнейшем будут добавлены еще несколько маркеров, достоверность которых в настоящее время исследуется нами.

Таблица «значимых» событий