

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК И СОСТОЯНИЕМ ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

**Н.В. Ярещенко, доцент, к.т.н., ХНАДУ, А.В. Потапенко, научн.  
сотр., ХТЭИ КНТЭУ, Ю.В. Ищенко, студент, ХНАДУ**

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы, позволяющие решать задачу определения зависимости между параметрами технологического процесса перевозки и состояния водителя автомобиля. Проводится обоснование факторов, влияющих на состояние водителя при перевозках.*

***Ключевые слова:** показатели активности регуляторных систем, скорость движения, длина маршрута, человеческий фактор.*

### Введение

Связующим звеном всех участников технологического процесса является транспорт. Эффективность технологического процесса перевозки грузов в большей степени зависит не только от технологического согласования работы транспорта, но и от психофизиологического состояния водителя. К параметрам технологического процесса перевозок, влияющим на состояние водителя, можно отнести длину маршрута, скорость движения, время движения, время погрузки-разгрузки, коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, коэффициент использования пробега.

Таким образом, выбор оптимальных параметров технологического процесса перевозок может снизить утомляемость водителя и повысить продуктивность его работы.

### Анализ публикаций

Решение проблемы возможно путем рассмотрения основных факторов технологического процесса перевозок, влияющих на состояние водителя.

Опыт и мастерство водителя также влияет на процесс перевозки [2]. В качестве показателей, оценивающих эти качества, можно использовать стаж работы водителя и его возраст.

За основу соответствия структуры выборки и генеральной совокупности было принято распределение по типу нервной системы. Для выбора количественного соотношения по принадлежности водителей к какому-либо типу нервной системы исследовались ранее опубликованные данные:

- сангвиников – 26 – 30%;
- холериков – 28 – 31 %;
- флегматиков – 25 – 27%;
- меланхоликов – 15 – 19%.

Для оценки типа нервной системы использовался специальный типологический опросник (Атлас для экспериментального исследования отклонения в психической деятельности человека. Под ред. И.А. Полищука, 1980).

Среди параметров технологического процесса перевозки, которые оказывают наибольшее влияние на состояние водителя, можно выделить длину маршрута и скорость движения автомобиля.

Длина маршрута определяет продолжительность движения автомобиля по улично-дорожной сети. Следовательно, выбор рационального маршрута поможет снизить утомляемость водителя.

Выбор кратчайшего расстояния движения по дорожной сети всегда был приоритетным заданием. Для определения рационального

маршрута предлагается использовать: неопределенную динамическую модель (FRC), модель неопределенного выбора маршрута (FDTA).

Скорость движения влияет на время выполнения водителем одной ездки или оборота. Так, при выборе оптимальной скорости за одно и то же время работы водителя на линии появляется возможность выполнить большее число ездки, за счет чего повысится продуктивность его работы [4].

Каждый водитель ассимилирует скорость движения транспортного средства в соответствии со своим психофизиологическим состоянием. Таким образом, он двигается по маршруту с общественно необходимой скоростью движения.

### Общественно необходимая скорость движения

Под общественно необходимой скоростью понимается скорость движения, обеспечивающая перевозки требуемого обществу количества грузов и пассажиров в заданном интервале времени с наименьшими затратами абстрактного труда водителей.

При такой постановке вопроса экономические соображения могут выступать как ограничения, накладываемые на задачу оптимизации необходимой скорости по затратам абстрактного труда водителей.

Задача оптимизации формально представляется в виде

$$U \Sigma \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^I W_{\Pi i} = R, \quad (1)$$

где  $W_{\Pi i}$  – необходимая продуктивность деятельности  $i$ -го водителя

$$W_{\Pi i} = V_i P_{vi},$$

где  $V_i$  – скорость движения  $i$ -го водителя;  $P_{vi}$  – вероятность удержания скорости  $V_i$  в заданном интервале времени;  $U \Sigma$  – суммарное психическое принуждение группы из  $I$  водителей;  $R$  – необходимая продуктивность деятельности группы из  $I$  водителей.

Суммарное психическое принуждение группы из  $I$  водителей равно

$$U \Sigma = \sum_{i=1}^I U_{\Pi i} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I m_i (W_{\Pi i} - W_{Hi})^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I m_i (W_{\Pi i} - W_{ГН})^2, \quad (2)$$

где  $U_{\Pi i}$  – психическое принуждение  $i$ -го водителя;  $W_{Hi}$  – норма продуктивности  $i$ -го водителя;  $W_{ГН}$  – групповая норма продуктивности;  $m_i$  – жесткость нормы  $W_{Hi}$ .

Решение задачи оптимизации (1) будем осуществлять методом неопределенных коэффициентов Лагранжа.

Лангранжные функции

$$L = U_s + 1(\sum_{i=1}^I W_{\Pi i} - R), \quad (3)$$

где  $L$  – неопределенный коэффициент Лагранжа.

Условие наличия экстремума

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial W_{\Pi i}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I 2m_i (W_{\Pi i} - W_{Hi}) + \\ + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I 2m_i (W_{\Pi i} - W_{ГН}) + \lambda I = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^I W_{\Pi i} - R = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Из первого уравнения системы (4) получим

$$W_{\Pi i} = (W_{Hi} + W_{ГН}) / 2 - \lambda / 2m_i. \quad (5)$$

Подстановка (5) во второе уравнение из системы (4) дает

$$\sum_{i=1}^I \left[ \frac{W_{Hi} - W_{ГН}}{2} - \frac{\lambda}{2m_i} \right] - R = 0. \quad (6)$$

Введя обозначение  $\sum_{i=1}^I \frac{1}{m_i} = S$  из (6), получим

$$\lambda = \frac{2}{S} \sum_{i=1}^I \left[ \frac{W_{Hi} - W_{ГН}}{2} - \frac{2}{S} R \right]. \quad (7)$$

Подстановка (7) в (5) дает оптимальное значение необходимой деятельности в виде

$$\tilde{W}_{\Pi i} = \frac{W_{Hi} + W_{ГH}}{2} + \frac{1}{m_i S} \left[ R - \sum_{i=1}^I \frac{W_{Hi} + W_{ГH}}{2} \right]. \quad (8)$$

Поскольку  $W = VP_v$ , то необходимая скорость движения при заданной надежности деятельности водителя определяется по формуле

$$\tilde{V}_{\Pi i} = \frac{W_{Hi} + W_{ГH}}{2P_{vi}} + \frac{1}{m_i S} \left[ R - \sum_{i=1}^I \frac{W_{Hi} + W_{ГH}}{2} \right] \quad (9)$$

или

$$\tilde{V}_{\Pi i} = \frac{V_{Hi} + V_{ГH}}{2} + \frac{1}{m_i S} \left[ R_I - \sum_{i=1}^I \frac{V_{Hi} + V_{ГH}}{2} \right], \quad (10)$$

где  $R_I = \sum_{i=1}^I V_{\Pi i}$ .

Формула (10) может использоваться для прогнозирования общественно необходимой скорости движения  $i$ -го водителя транспортного потока. При этом параметры модели прогнозирования определяются следующим образом

– начальная скорость

$$\tilde{V}_{\Pi 0} = \frac{V_{H0i} + V_{ГH0}}{2} + \frac{1}{m_i S} \left[ R_I - \sum_{i=1}^I \frac{V_{H0i} + V_{ГH0}}{2} \right]; \quad (11)$$

– конечная скорость

$$\tilde{V}_{\Pi 3} = \frac{V_{HCi} + \sum_{i=1}^I V_{HCi} \partial i}{2} + \frac{1}{m_i S} \left[ R_I - \sum_{i=1}^I \frac{V_{H0i} + \sum_{i=1}^I V_{HCi} \partial i}{2} \right]. \quad (12)$$

А модель прогнозирования общественно необходимой скорости движения  $i$ -го водителя преобразуется к виду

$$\tilde{V}_{\Pi i}(t) = \tilde{V}_{\Pi 0}(1 - P_z) + \tilde{V}_{\Pi 3} P_z,$$

где  $P_z$  – вероятность выбора водителем заданной скорости.

## Выводы

Разработанный подход и предложенная модель общественно необходимой скорости позволяет учесть закономерности влияния психофизиологических факторов на выбор рационального маршрута движения.

## Литература

1. Давідч Ю.А. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водіїв. – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.
2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Высшая школа, 1986. – 447 с.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.Н. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 222 с.
4. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его компонентов. – М.: Транспорт, 1990. – 43 с.
5. Полищук И.А. Атлас для экстремального исследования отклонения в психической деятельности человека. – К.: Здоровье. – 124 с.
6. Любанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.

Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н. ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 2 апреля 2009 г.