

Инженерно-психологическая оценка технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта на этапе проектирования

В.Е. Овсянников, В.И. Васильев

По мере совершенствования оборудования, используемого на предприятиях автомобильного транспорта, изменяется структура деятельности персонала. Возрастает информационная нагрузка и снижается доля физического труда за счет механизации, поэтому на сегодняшний день, персонал, можно рассматривать как операторов в системе человек-машина. Человеко-машинное взаимодействие для водительского труда рассмотрено достаточно подробно [1 - 3]. Однако, в случае технического обслуживания и ремонта, имеется ряд особенностей, которые обуславливают необходимость рассмотрения человеко-машинной совместимости применительно к данным процессам:

1. По мере развития техники растет число управляемых параметров, что усложняет и увеличивает роль операций планирования, контроля и управления технологическими процессами.

2. Человек все больше отстраняется от непосредственной оценки параметров объекта труда, и судит о нем, основываясь на показаниях приборов и датчиков, что требует определенной расшифровки и мысленного соотнесения параметров сигнала и объекта.

3. Повышение сложности и быстроты протекания процессов в системах, выдвигает более жесткие требования к точности принимаемых операторами решений. Это обуславливает повышение нагрузки на нервно-психическую деятельность оператора, и поэтому на первый план выходит психологическая напряженность труда.

4. Увеличение автоматизации производственных процессов требует от оператора большей концентрации внимания, т.к. необходимо оперативное реагирование его на возникновение нештатных ситуаций.

Указанные выше обстоятельства обуславливают необходимость повышения человеко-машинной совместимости при проектировании оборудования предприятий автомобильного транспорта. Традиционно обеспечение человеко-машинной совместимости осуществляется лишь с использованием методов эргономики. Однако это обеспечивает человеко-машинную совместимость не в полной мере – необходима еще инженерно-психологическая оценка человеко-машинной совместимости. Одной из основных причин сравнительно низкой проработки данных вопросов при проектировании технологического оборудования является многообразие объектов, а значит необходимость в методологическом аппарате описания деятельности оператора, обладающем наибольшей универсальностью.

К наиболее распространенным методам описания деятельности оператора в системах человек-машина относятся [1, 3 - 7]: пространственно-организационное описание, многомерно-весовое описание, а также описание операционной структуры деятельности оператора.

Пространственно-организационное описание наиболее простой вид анализа связей между человеком и машиной. Оно реализуется при помощи схемы, на которой отображены технические средства и человек. Связь между компонентами системы отображается в виде стрелок, которые характеризуют передачу информации или направления воздействия. К недостаткам данного способа можно отнести невозможность предусмотреть несколько вариантов развития событий.

Многомерно-весовое описание предполагает объединение наиболее значимых показателей деятельности и в представлении их в стандартном виде, т.е. в виде коэффициентов или баллов. К недостаткам данного метода можно отнести субъективность, т.к. ранжирование коэффициентов предполагает экспертную оценку. Кроме того, данный метод не учитывает психологического содержания операций.

Описание операционной структуры деятельности предполагает составление перечня элементарных преобразований ситуации или объекта,

предписываемых целью трудового процесса, который расчленяется на конечное число элементов, поддающихся измерению и регистрации, затем выявляются их функциональные связи. Описание операционной структуры деятельности осуществляется с использованием граф-схем, органиграмм и алгоритмов. Наиболее широко используется описание структуры посредством алгоритмов.

Использование алгоритмического описания структуры деятельности позволяет численно оценить параметры любого трудового процесса [1, 3 - 7] - степень разнообразия работы, интенсивность процесса, степень стереотипности, логической сложности. Численными характеристиками являются: степень логической сложности алгоритма, доля стереотипных действий в алгоритме, информационная нагрузка на оператора, суммарная сложность алгоритма.

Традиционно в рамках алгоритмического анализа деятельности оператора [1, 3 - 7] для определения коэффициентов логической сложности, стереотипности и информационной энтропии используется вероятность проявления тех или иных действий в алгоритме, однако при проектировании оборудования данный подход мало применим. Причиной этого, прежде всего, является то, что алгоритм деятельности оператора на стадии проектирования в явном виде еще не существует, поэтому говорить о вероятности в данном случае не совсем уместно. Кроме того, информация зачастую представлена в качественном виде. Наиболее перспективным методом, который можно использовать при алгоритмическом анализе технологического оборудования на стадии проектирования является аппарат нечеткой логики [8 - 13], позволяющий эффективно решать задачи с высокой степенью неопределенности.

Рассмотрим в качестве примера использование нечеткой логики для оценки алгоритмов деятельности операторов по параметрам стереотипности и логической сложности. Известно, что если коэффициент стереотипности Z лежит в пределах от 0.25 до 0.85, а коэффициент логической сложности L не

превышает 0.2, то алгоритм считается оптимальным [7]. Таким образом, имеем дело с функцией двух переменных вида: $f=f(Z,L)$. Для задания переменной Z будем использовать 4 терма треугольного вида [8], центры которых соответствуют значениям 0; 0.25; 0.75 и 1. Переменную L зададим 3 термами треугольного вида с центрами 0; 0.2 и 1 [8]. Выходная функция задается 4 термами, уровень которых соответствует следующим ситуациям: все параметры в норме, чрезмерная логическая сложность, чрезмерная стереотипность, оба параметра превышают норму.

Функциональная зависимость задается в виде следующей системы правил:

1. Если переменная Z и переменная L лежат в допустимых пределах, то функция $f(Z,L)$ принимает значение «все параметры в норме»;

2. Если переменная Z выходит за границы допустимых значений, а переменная L лежит в допустимых пределах, то функция $f(Z,L)$ принимает значение «чрезмерная стереотипность»;

3. Если переменная Z не выходит за границы допустимых значений, а переменная L выходит за пределы допуска, то функция $f(Z,L)$ принимает значение «чрезмерная логическая сложность»;

4. Если обе переменных выходят за допустимые пределы, то функция $f(Z,L)$ принимает значение «оба параметра превышают норму».

Результат построения представлен на рис. 1:

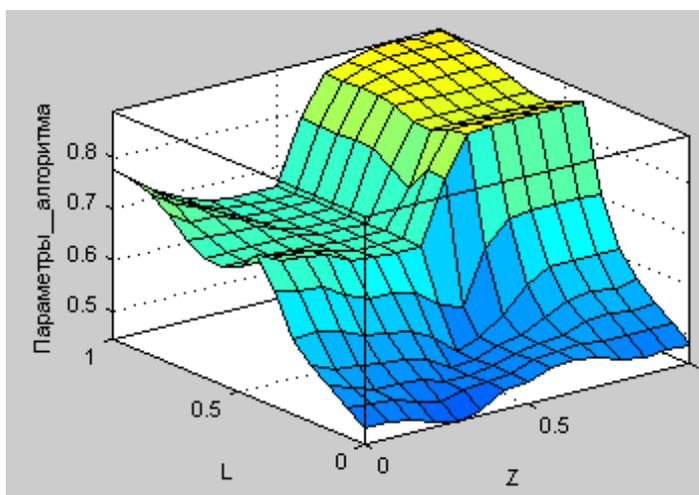


Рис. 1. – Функция $f=f(Z,L)$

В ходе дефазификации было установлено, что функция принимает следующие значения:

1. Если $0.25 < Z < 0.85$ и $L < 0.2$, то $0.48 \leq f(Z,L) \leq 0.51$;
2. Если $Z < 0.25$ и $L < 0.2$, то $0.51 \leq f(Z,L) \leq 0.53$;
3. Если $Z > 0.85$ и $L < 0.2$, то $0.53 \leq f(Z,L) \leq 0.56$;
4. Если $0.25 < Z < 0.85$ и $L > 0.2$, то $0.56 \leq f(Z,L) \leq 0.62$;
5. Если $Z > 0.85$ и $L > 0.2$, то $f(Z,L) \geq 0.62$.

Определим значения функции $f(Z,L)$ для алгоритма диагностирования состояния двигателя по параметрам компрессии и разрежению во впускном трубопроводе. В ходе предварительных расчетов было получены следующие значения коэффициентов стереотипности и логической сложности составили соответственно: $Z=0.83$ и $L=0.05$. Функция при данных входных переменных принимает значение $f(Z,L)=0.508$, что соответствует ситуации «все параметры в норме», однако данное значение близко к пограничному, поэтому в ходе дальнейшего проектирования необходимо стремиться к снижению стереотипности алгоритма.

На базе рассматриваемых моделей возможно построение экспертных систем, использование которых позволит повысить качество работ по проектированию технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта.

Литература:

1. Васильев В.И. Анализ деятельности водителя в процессе управления автомобилем / В.И. Васильев, Дик И.И. // Темат. сб. науч. тр. – Челябинск: ЧГТУ, 1990. – с. 121-124.
2. Гаврилов Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте [текст]: монография / Э.В. Гаврилов. - Киев: Техника, 1976. - 152 с.
3. Романов А.Н. Автотранспортная психология [текст]: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений /А.Н. Романов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 224 с.

4. Бодров В.А. Психология и надежность. Человек в системе управления техникой [текст] / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – М.: Институт психологии РАН, 2002. – 176 с.
5. Душков Б.А. Основы инженерной психологии [текст]: Учебник для вузов / Б.А. Душков. – М.: Академический проект, 2002. – 576 с.
6. Каран Е.Д. Алгоритмы труда операторов дорожных машин [текст] / Е.Д. Каран, Ю.О. Бобылев, Н.М. Терентьева. – М.: МАДИ, 1981г. – 116 с.
7. Основы инженерной психологии [текст] / Подред. Б.Ф. Ломова. — М.: Высшая школа, 1986. – 424 с.
8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и flzzyTEC [текст] / А.В. Леоненков. - СПб.: БХВПетербург, 2005. - 736 с.: ил.
9. Рыбин В.В. Основы теории нечетких множеств и нечеткой логики [текст] / В.В. Рыбин. – М.: МАИ, 2007. – 252 с.
10. Боженюк А.В. Разработка алгоритма нахождения максимального потока минимальной стоимости в нечеткой динамической транспортной сети [электронный ресурс] / А.В. Боженюк, Е.М. Герасименко // «Инженерный вестник Дона», 2013, №1 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1583> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
11. Гинис Л.А. Развитие инструментария когнитивного моделирования для исследования сложных систем [электронный ресурс] / Л.А. Гинис // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1806> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
12. Zadeh L.A. Fuzzy set // Information and control.-1965.-N 8.-P. 338.
13. Mamdani E. A. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis // IEEE Trans. Computers. 1977-Vol. C26, N 12,-P. 1182-1191.