

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕК-МАШИНА

*Бул макалада адам-машина системасындагы адам-оператордун ишенимдүүлүктөгү теоретикалык негиздери каралган.*

*В данной статье рассмотрены теоретические основы надежности человека-оператора в системе человек-машина.*

*In given article theoretical bases of reliability of the person-operator in system the person-car are considered.*

Исследования в области безопасности транспортного средства неизбежно приводят к заключению, что причина катастроф – это ошибки водителей.

Надо признать, что недостатки при проектировании и изготовлении транспортного средства – это ошибки людей. Но часто ошибки водителей приводят к фатальному исходу.

Для автотранспорта ошибки людей вносят вклад в 90 % всех несчастных случаев. При этом в 57 % происшествий человеческая ошибка является, практически, единственным фактором, который мог привести к аварии /1/. Лишь 2,4 % несчастных случаев можно объяснить технической неисправностью, неблагоприятные погодные условия ответственны за 4,7 % дорожных происшествий. В силу сложного сочетания различных факторов остальные 35,9 % происшествий.

В сравнение, например, в авиационном и водном транспорте человеческие ошибки управления порождают 70-80 % несчастных случаев, и только в железнодорожном около 50 %.

Нужно выделить существенное различие в структуре причин аварий на различных видах транспорта.

Почему в автомобильных перевозках человеческий фактор имеет почти тотальное влияние?

Машинист тепловоза, пилот самолета и человек, стоящий за штурвалом корабля, всегда превосходят среднего водителя по уровню профессионализма, так как они подвержены более строгому отбору.

Необходимо выделить общий и текущий уровень профессиональной водительской готовности человека. Общий уровень можно определить как средний уровень в течение всей водительской деятельности. Текущий уровень – это способность водителя предотвратить ДТП в данный момент времени.

Надо признать, что факторы, позволяющие водителям ездить более безопасно по сравнению с любителями, действуют и на профессионалов, управляющих другими видами транспорта: пилотов, машинистов, штурманов и т.д. Отметим основные из этих факторов:

- значительный опыт;
- естественные способности: это люди, от природы наделенные преимуществами в реакции, зрении, внимательности и т.д.;
- длительное обучение и профессиональная подготовка;
- контроль со стороны работодателей, владельцев транспортной инфраструктуры и пр.
- контроль со стороны государственных органов (если государство выступает как собственник инфраструктуры или учебного заведения), готовящих транспортных специалистов.

Современные разработки указывают на важность направления – безопасность изделий. Движение, призывающее к ответственности за качество изделий, изменило лозунг «Пусть остерегается покупатель» на «Пусть остерегаются проектировщики, изготовитель, продавец», а это, в свою очередь, изменило неприязненное отношение к человеческим факторам.

Движение за безопасность изделий или за ответственность при выпуске изделий обратило внимание судов на те достижения инженерии человеческих факторов, которые касаются опасности, возникающей при эксплуатации и обслуживании технических средств (оборудования и систем). Мы определяем опасность как комбинацию случайности и риска (т.е.  $D = HR$  где  $D$  – опасность,  $H$  – случайность и  $R$  – риск). Случайность определяется как ущерб здоровью и смерть. Риск – это вероятность наступления опасного события. Должно быть ясно, что опасность может быть сведена к нулю в некоторой ситуации, полным устранением всех случайностей или сокращением до нуля риска.

Учитывая изложенные аспекты, можно повысить надежность водителя (оператора), т.е. его способность безошибочно управлять автомобилем в течение всего рабочего

времени. Для этого необходимо больше внимания уделять профессиональной пригодности, подготовленности и достижению высокой работоспособности.

При создании машины необходимо учитывать объем умственной работы водителя, его психическое состояние и реакции. Требование точности и быстроты реакции должны соответствовать психическим возможностям водителя; процессы, превышающие по трудности допустимый предел этих возможностей, должны быть автоматизированы.

Суэйн ввел термин «фактор, определяющий работоспособность» (ФОР) для характеристики любых факторов, влияющих на работоспособность человека, и рассматривает только те ФОР, которые сказываются на надежности человека. Внешними ФОР являются не зависящие от индивидуума факторы, привнесенные окружающей средой или условиями задания. Ниже перечислены задачи и характеристики оборудования (т.е. ФОР), которые приводят к увеличению ошибок, совершаемых оператором в процессе работы:

1. *Неадекватные рабочее пространство и размещение оборудования.* Если органы управления расположены без учета эргономики, а также неудобное рабочее место ведут к утомляемости и снижению производительности, что увеличивает ошибки.

2. *Плохие условия окружающей среды.* Плохое освещение, высокая температура и уровень шума ослабляют мотивы деятельности и уровни усилий и увеличивают количество ошибок.

3. *Неадекватная с точки зрения инженерной психологии конструкция.* Плохо сконструированные панели управления, механизмы и контрольно-измерительное оборудование ведут к возникновению ошибок в выборе и последовательности действий. Большинство водителей автомобилей путают включение «дворников» и передних фар из-за сходства выключателей.

4. *Недостаточная профессиональная подготовка и несовершенная эксплуатационная документация.* Операторы, не имеющие достаточного опыта или недостаточно информированные, совершают больше ошибок при выполнении нового вида работ. Плохо написанные инструкции по управлению и эксплуатации порождают неуверенность и ошибки в действиях оператора.

5. *Плохой контроль.* Плохой контроль может привести также к ослаблению мотивации у рабочих и перегруженности персонала из-за нарушения результатов работы.

Внутренние ФОР связаны с индивидуальными качествами оператора: мастерством, способностями, отношением к своему труду. Однако при соответствующей подготовке влияние внутренних ФОР на надежность человека в целом меньше, чем внешних ФОР. Такое соотношение между внутренними и внешними ФОР является благоприятным, так

как внешние ФОР почти полностью контролируются администрацией предприятия и при необходимости могут быть улучшены. Несколько примеров внутренних ФОР приведено в табл. 1.

Таблица 1.

Примеры внутренних ФОР

Профессиональная подготовка/опыт	Знание задачи
Уровень мастерства	Социальные факторы
Умственные способности	Физическое состояние
Мотивация/отношение	Пол
Эмоциональное состояние	Сила/выносливость
Способности восприятия	Уровень стресса

*Анализ надежности человека (АНЧ)* предусматривает построение теоретических основ надежности человека и выполняется с учетом технологии, принятой при рассмотрении надежности оборудования. Надежности отдельных компонентов системы объединяются в соответствии с ее конфигурацией последовательностью взаимодействия компонентов. Различные функциональные цепочки моделируются с помощью дерева функциональных событий или дерева отказов системы. Каждая возможная функциональная цепочка представляется как отдельная ветвь в дереве отказов системы. Надежности отдельных компонентов в каждой ветви объединяются по математическим законам (в зависимости от параллельной или последовательной конфигурации системы), что дает числовое выражение надежности для этой ветви дерева отказов и соответствующей ей последовательности событий.

*Анализу надежности человека-оператора посвящены* разработки и обзоры методик: 1) методика Сигеля и Вольфа; 2) системный анализ комплексных задач (САКЗ); 3) методика «Локхид Джорджия»; 4) банк данных АИИ; 5) установление стандартов операторских действий (УСОД); 6) методика Аскрена-Регулинского.

Методика оценки коэффициентов ошибок человека-оператора одна из первых и распространенных методик АНЧ – методика оценки коэффициентов ошибок человека (МОКОЧ) – была разработана Суэйном и Руком в начале 1960-х годов. Суэйн и Гуттманн предложили количественную методику и дали следующее определение МОКОЧ: «*Это метод, позволяющий оценивать вероятности ошибок человека-оператора и прогнозировать ухудшение работы системы человек-машина, связанное с ошибками человека или их сочетанием с отказам оборудования и характеристиками системы и человека, влияющими на работу системы*». МОКОЧ – традиционный подход к анализу надежности, который модифицирован с учетом большей изменчивости и

взаимозависимости действий оператора по сравнению с работой оборудования. Технология применения МОКОЧ сходна с используемой в традиционном анализе надежности с той лишь разницей, что выходные параметры оборудования заменяются показателями деятельности человека при выполнении задачи. Основные этапы этого метода соответствуют общим положениям системы «человек-машина» (СЧМ):

1. Определение отказов системы, вызываемых ошибками человека-оператора.
2. Идентификация, регистрация и анализ управляющих действий оператора и их взаимосвязи с задачами системы и ее нормальным функционированием.
3. Оценка относительных вероятностей ошибок человека.
4. Выяснение влияния ошибок человека на отказы в работе системы (здесь АНЧ обычно сочетается с анализом надежности системы в целом).
5. Рекомендации по изменениям системы для понижения количества ее отказов до приемлемого уровня. Этапы 2-4 могут быть повторены для оценки необходимых изменений.

Таким образом, МОКОЧ была разработана не для создания гипотетических моделей, основанных на ощущениях, а как практически применимая технология – быстрый и сравнительно простой способ получения рекомендаций для конструкторов и исследователей системы, которым необходимы количественные данные о влиянии ошибок человека на работу системы.

### Список литературы

1. Лефер В.А. Конфликтующие структуры. – М., 1967.
2. Никифоров Г.С. Самоконтроль как механизм надежности человека-оператора. – Л., 1977.
3. Основы инженерной психологии: Учебник для вузов /Под ред.Б.Ф.Ломова. – М.: Высшая школа, 1986.
4. Миллер Д.Ю., Суэйн О.А. Ошибки человека и его надежность //Человеческий фактор /Под ред. Г.Сальвенди. Т.1. – М., 1991.