УДК: 658.5.012.7

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Давыдова А.В. – студентка гр. МСмоз-241, II курс
Научный руководитель: Короткова Л.П., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
Россия, г. Кемерово

Влияние человеческого фактора на результаты неразрушающего контроля является системной проблемой, которая пронизывает все этапы производственной деятельности: от постановки задачи до принятия окончательного решения о годности объекта. Несмотря на постоянное совершенствование аппаратных средств и программного обеспечения, ключевым звеном в системе контроля остаётся человек-оператор, что делает процесс принципиально подверженным субъективным погрешностям и ошибкам, обусловленным комплексом причин психофизиологического, профессионального и организационного характера [1;2;3].

На подготовительном этапе негативное влияние человеческого фактора проявляется в неверном выборе метода контроля, не соответствующем задачам обследования и свойствам материала. Например, применение ультразвукового контроля для выявления тонких поверхностных дефектов в условиях высокой шероховатости, где более эффективным был бы капиллярный метод, приводит к искажённым результатам. Ошибки подготовки объекта контроля, включающие недостаточную очистку поверхности, неправильный подбор контактной среды или некорректную установку преобразователей, напрямую нарушают физические принципы работы метода, приводя к недостоверным данным [2;5]. Также значительную роль играют ошибки калибровки и настройки аппаратуры, когда оператор руководствуется устаревшими нормативами или действует по памяти, пренебрегая регламентами.

На этапе непосредственного проведения измерений или сканирования основными становятся психофизиологические ограничения человека. Монотонная работа с протяжёнными объектами, такими как сварные швы магистральных трубопроводов или авиационные конструкции, вызывает «профессиональное ослепление», снижение внимания и усталость, что приводит к пропуску слабых или нестандартных сигналов. Внешние условия — шум, неудобный температурный режим, недостаточное освещение — дополнительно снижают работоспособность и концентрацию. Естественные ограничения сенсорных систем человека, таких как глаз и ухо, делают слабые сигналы на фоне структурного шума практически невоспринимаемыми [4;6].

Этап интерпретации и оценки результатов является наиболее сложным и субъективным, где доминируют когнитивные искажения. Эффект ожидания

заставляет оператора видеть то, что он предполагает, исходя из предыдущего опыта или знаний об объекте. Селективное восприятие проявляется в подсознательном стремлении подтверждать первоначальную гипотезу, игнорируя противоречащие данные. Эффект предшественника, или «эффект якоря», проявляется в том, что первый обнаруженный дефект становится точкой отсчёта для оценки последующих сигналов, что может привести к неверной классификации. Влияние авторитета в коллективе приводит к тому, что менее опытный специалист не решается оспорить заключение старшего коллеги даже при наличии обоснованных сомнений. Недостаток квалификации и опыта проявляется в неспособности отличить нерелевантный структурный шум от сигнала реального дефекта или в незнании технологических особенностей изготовления объекта, которые определяют характер и расположение возможных дефектов [1;2;6].

Завершающий этап документирования и принятия решения также подвержен ошибкам: опечатки, неточное указание координат дефектов или использование неоднозначных формулировок могут привести к неверным выводам при оценке опасности дефекта и принятии решения о дальнейшей судьбе объекта. Риск ошибок увеличивается под воздействием организационных факторов, таких как неясное распределение ответственности, давление сроков, недостаточное ресурсное обеспечение и несовершенство внутренних процедур. Социально-психологические аспекты, включая неблагоприятный климат в коллективе и страх перед наказанием за ошибку, часто приводят к сокрытию недостоверных данных [3;7;8].

Минимизация негативного влияния человеческого фактора требует комплексного системного подхода. Первостепенное значение имеет совершенствование системы подготовки и аттестации персонала: внедрение регулярного углубленного обучения с использованием тренажеров и симуляторов, моделирующих сложные и нештатные ситуации. Важным элементом становится обучение основам когнитивной психологии для формирования критического мышления и осознания собственных когнитивных искажений [1;2].

Следующим направлением является разработка и внедрение робастных процедур контроля, максимально стандартизированных и детализированных. Сведение к минимуму неоднозначности в инструкциях снижает вероятность ошибок. Эффективна практика кросс-чекинга, когда критические объекты проверяются другим независимым специалистом по принципу двойного слепого метода, исключая эффект авторитета. Процедуры «стоп-чек» дают право и обязанность любому сотруднику приостанавливать процесс при возникновении сомнений в его корректности [3;5].

Технические и технологические решения также способствуют снижению ошибок. Автоматизация рутинных операций с использованием роботов и сканеров исключает ошибки, связанные с усталостью и монотонностью. Системы поддержки принятия решений на основе машинного обучения выполняют роль «второго мнения», выявляя аномалии и сигналы, не

замеченные оператором. Цифровизация процесса и использование электронных протоколов с обязательными полями минимизируют ошибки на этапе документирования [2;6].

Организационно-управленческие меры направлены на формирование зрелой культуры безопасности, поощряющей открытое сообщение об ошибках и анализ инцидентов для их предотвращения, а не поиска виновных. Оптимизация режима труда и отдыха, регламентированные перерывы для операторов, четкое распределение зон ответственности и прозрачная система отчетности способствуют повышению эффективности контроля [7;8].

Человеческий фактор остаётся самым уязвимым элементом цепи неразрушающего контроля. Современный подход заключается не в его искоренении, а в проектировании человеко-машинной системы, где технические, процедурные и организационные средства компенсируют ограничения и когнитивные искажения. Холистический подход, объединяющий квалифицированного и мотивированного специалиста, детализированные процедуры, передовые технологии и зрелую организационную культуру, позволяет максимально повысить достоверность и объективность неразрушающего контроля, обеспечивая его роль как главного гаранта промышленной безопасности [1;2;7].

Список литературы:

1. Михеев В.В., Михеев А.В. Человеческий фактор в дефектоскопии: монография. – М.: Спектр, 2018. – 256 с.

2. Ферро А.П., Сухоруков А.Н. Психологические аспекты деятельности специалистов по неразрушающему контролю // Дефектоскопия. – 2021. – № 5. – С. 55-62.

3. Школьников А.Л. Управление человеческим фактором в системах менеджмента качества предприятий ТЭК. – М.: Недра, 2020. – 188 с.

4. ГОСТ Р ИСО 18490-2019. Неразрушающий контроль. Оценка восприятия оператора при визуальном испытании. – М.: Стандартинформ, 2019. – 27 с.

5. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. – М.: Федеральный горный и промышленный надзор России, 2003. – 47 с.

6. Лапочкин С.В., Орлов М.Р. Ошибки оператора при ультразвуковом контроле: классификация и пути минимизации // Контроль. Диагностика. – 2022. – № 3. – С. 18-25.

7. Белов А.К. Культура безопасности на предприятиях нефтегазового комплекса. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 312 с.

8. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы неразрушающего контроля». – Казань: КГТУ, 2023. – 415 с.