

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
INFORMATION TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 004.052



DOI: 10.21822/2073-6185-2025-52-1-183-192 Оригинальная статья /Original article

**Влияние системы «человек-машина-среда» на надежность
автоматизированных систем ОВД Российской Федерации**

А.И. Янгиров¹, И.М. Янгиров¹, И.Г. Дровникова², В.Р. Романова², П.М. Дуплякин²

¹ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии,

¹111539, г. Москва, Реутовская, 12Б, Россия,

²Воронежский институт МВД России,

²394065, г. Воронеж, проспект Патриотов, 53, Россия

Резюме. Цель. В статье рассмотрено влияние системы «человек-машина-среда» (ЧМС) на надежность автоматизированных систем (АС) органов внутренних дел Российской Федерации (ОВД РФ). **Метод.** Исследование проведено на основе анализа возможных человеческих и технических факторов, а также факторов окружающей среды, влияющих на надежность АС, различных источников научной литературы и публикаций. **Результат.** Доказана важность системы «ЧМС» при расчете надежности АС ОВД РФ, отражены основные факторы, влияющие на надежность АС. Предложен вариант расчета вероятности правильного и своевременного выполнения задачи оператором. **Вывод.** Результаты расчетов демонстрируют, что замена даже одного элемента позволяет повысить общую надежность автоматизированной системы. На примере рассмотренной СКУД общая надежность автоматизированной системы увеличилась на 18%.

Ключевые слова: надежность, автоматизированная система, факторы надежности, факторы среды, «человек-машина-среда»

Для цитирования: А.И. Янгиров, И.М. Янгиров, И.Г. Дровникова, В.Р. Романова, П.М. Дуплякин. Влияние системы «человек-машина-среда» на надежность автоматизированных систем ОВД Российской Федерации. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025; 52(1):183-192. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-1-183-192

**Influence of the human-machine-environment system on reliability automated systems IAB
of the Russian Federation**

A.I. Yangirov¹, I.M. Yangirov¹, I.G. Drovnikova², V.R. Romanova², P.M. Duplyakin²

¹FKU "Research Center "Protection" of the Russian Guard,

¹12B Reutovskaya St., Moscow 111539, Russia,

²Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,

²53 Patriotov Ave., Voronezh 394065, Russia

Abstract. Objective. The article examines the influence of the “man-machine-environment” system on the reliability of automated systems of internal affairs bodies of the Russian Federation. **Method.** The study was conducted based on an analysis of possible human and technical factors, as well as environmental factors affecting the reliability of automated systems, various sources of scientific literature and publications. **Result.** The result of the automated system for calculating the security index of the analyzed open OS is one of the specified criteria for the degree of security of the OS, based on the provisions of fuzzy logic. **Conclusion.** The calculation results demonstrate that replacing even one element allows increasing the overall reliability of the automated system. In the example of the considered ACS, the overall reliability of the automated system increased by 18%.

Keywords: security assessment, security requirements, data bank of information security threats, security indicator, security criteria, operating system, automated calculation system

For citation: A.I. Yangirov, I.M. Yangirov, I.G. Drovnikova, V.R. Romanova, P.M. Duplyakin. Influence of the human-machine-environment system on reliability automated systems IAB of the Russian Federation. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2025; 52(1):183-192. (In Russ) DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-1-183-192.

Введение. С необходимостью вычисления надёжности технических устройств и систем столкнулось человечество с момента их внедрения. К примеру, в начале XX века возникла потребность в заправке газовых фонарей. Чтобы вычислить время их заправки требовались знания среднего времени горения. Позднее методику вычисления среднего времени работы электронной лампы разработал шведский учёный В. Вейбулл. В дальнейшем она стала более известна как распределение Вейбулла [1].

Одними из первых советских исследований в области оценки надёжности стали работы профессора В.И. Сифорова и инженера Б.М. Якуба. В исследованиях расчет надежности систем определялся как произведение надёжности отдельных элементов с последовательным соединением компонентов [2].

С развитием технологий одной из важных задач становится оценка надежности АС. Это обусловлено ростом требований к сложности продукции и ее качеству. В результате сбоев или отказа техники, а также различных устройств и приборов в неподходящий момент могут возникнуть самые серьёзные последствия, включая возможную гибель людей, что не может оправдываться никакими экономическими показателями. Поэтому первоочередными задачами для производителей в последнее время становится уменьшение затрат на обслуживание технических средств, их ремонт, продление срока службы выпускаемой продукции и повышение ее надёжности.

Постановка задачи. В ОВД для АС различного назначения надежность также является одним из важных критериев. АС в ОВД отвечают за управление различными процессами в области безопасности, поэтому их работа должна быть максимально надежной и безотказной. Поэтому исследования в данной области для ОВД РФ имеют большое практическое значение. Одним из направлений в области обеспечения надежности является исследование влияния системы «человек-машина-среда» (Далее – «ЧМС»).

В настоящее время исследования в данном направлении достаточно актуальны, поскольку учет взаимодействия между человеком, техникой и окружающей средой важен для повышения безопасности, надежности и эффективности современных высокотехнологичных АС во многих ключевых отраслях.

Методы исследования. Данное исследование основано на анализе широкого круга факторов системы «ЧМС», влияющих на надежность АС, включая человеческие, технические и факторы окружающей среды, а также различных источников научной литературы и публикаций [3-8]. Вопросы влияния системы «ЧМС» на надежность ранее рассматривались в таких исследованиях как [3-5]. Применение АС с высокими показателями надежности в ОВД позволяет:

1. Обеспечивать непрерывную работу и отслеживание всех происходящих событий, что способствует оперативному реагированию на возможные угрозы и предотвращению различных инцидентов [6];
2. Оперативно анализировать информацию и принимать решения – это способствует оптимизации работы сотрудников и повысить общую эффективность работы ОВД;
3. Обеспечить доверие к АС, тогда пользователи, могут быть уверены, что система не подведет их в критических ситуациях и будет работать стабильно;
4. Сократить время на обработку информации и уменьшить нагрузку на сотрудников, что способствует экономии ресурсов и повышению производительности.

Надежность АС и ее элементов является важным свойством, определяющим качество тех операций, для которых эти АС предназначены. Рост количества технических и технологических отказов приводит к снижению надежности систем.

Часто это возникает в связи с нарушением согласованности между отдельными составляющими системы «человек-машина-среда» (далее – «ЧМС»). Машины управляются и обслуживаются человеком-оператором, и поэтому оператор рассматривается как важный компонент, от которого зависит надежность всей системы «ЧМС» [3]. Современные АС характеризуются требовательностью как к оборудованию и технологий, так и к человеку, который является элементом системы «ЧМС». Но человек – самый важный элемент системы! Схематичное изображение системы «ЧМС» представлено на рис. 1.



Рис. 1 – Схематичное изображение системы «ЧМС»

Fig. 1 – Schematic representation of the “ChMS” system

Однако возможности человека, особенно психофизиологические, с каждым годом ухудшаются. То есть возникает четкая негативная тенденция, определяющая кризис между технологическими процессами и оборудованием, которые совершенствуются с каждым годом, и психофизиологическими и физическими возможностями человека, который является непосредственным участником этих процессов.

Негативная тенденция с ухудшением возможностей человека определяет количество несчастных случаев при работе с АС. Психофизиологические особенности каждого человека индивидуальны, это должны учитывать руководители разных уровней. Оптимизация процесса труда – это сложная комплексная задача, которую помогает решать эргономика. С ее помощью можно оптимизировать условия и процесс труда.

Эффективность функционирования системы «ЧМС» зависит от эффективности работы как технических звеньев, так и человека (оператора), который оценивается по показателям надежности и эргономичности, а также риска возникновения опасных ситуаций. Надежная работа системы «ЧМС» в целом зависит от надежной работы АС и надежной работы человека (оператора). Такая составляющая как «оператор» является центральным звеном в обеспечении работоспособности системы «ЧМС». Именно человек в технологической системе выполняет трудовую деятельность по эксплуатации АС, техническому обслуживанию или ремонту средств АС. Техника управляется и обслуживается человеком-оператором, а потому она рассматривается как одно из важных звеньев, от надежности которого зависит надежность сложной системы «ЧМС».

Надежность оператора определяется как вероятность качественного исполнения работы или решения поставленной задачи в течение установленного срока при заданных условиях. Надежность человеческой деятельности в системе «ЧМС» заключается в надёжности выполнения человеком функций по управлению АС и их обслуживанию. Надежность оператора, как правило, представляется в виде структурной и функциональной надёжности. Структурная надежность представляет собой способность человека сохранять свою работоспособность на протяжении определённого времени в заданных условиях. Функциональная надежность – это способность человека выполнять конкретные функции в соответствии с поставленной задачей в тех же временных и условных рамках.

На безопасность функционирования системы «ЧМС» больше всего влияет функциональная надежность. Поэтому надежность оператора характеризуется показателями безошибочности, готовности, возобновляемости, своевременности. Как и для технических средств, главным параметром безошибочности АС является вероятность ее правильной

работы. На уровне всего алгоритма (задачи целиком), а также на уровне каждой отдельной операции должна предусматриваться вероятность правильной работы.

Для уровней отдельной операции основными критериями являются вероятность безошибочного выполнения операции, а для типичных операций, которые чаще всего повторяются, – интенсивность ошибок (отказов).

Ошибку оператора понимают как неправильное выполнение или невыполнение оператором соответствующих действий. Это может быть причиной повреждения оборудования или нарушения нормального выполнения запланированной операции. Все ошибки оператора разделяют на закономерные и случайные. Ошибки, совершенные по причинам, которые возможно выявить, проанализировать и ликвидировать, относятся к закономерным. Ошибки, причины которых случайны и неизвестны, имеют стохастический характер.

По природе возникновения различают три вида ошибок оператора:

- сенсорные, связанные с неверным восприятием информации, что может зависеть от эмоционального состояния человека или его усталости [4];
- логические (ошибки в принятых решениях), связанные с нехваткой информации, дефицитом времени и состоянием человека;
- моторные, связанные с выполнением управляющих действий, ограниченностью времени, неоптимальной энергетической совместимостью (то есть согласование системы управления автоматизированной системы с возможностями человека относительно приложенных усилий).

Следовательно, оператор является существенным источником рисков для надежности АС, поскольку выполняет в системе основную функцию. Надежность оператора зависит от многих факторов объективного и субъективного характера.

Субъективные факторы зависят от состояния оператора, его индивидуальных свойств, морально-психологических качеств, медико-биологических показателей, а также уровня подготовки к этому виду деятельности. Они должны учитываться при организации деятельности оператора, что обеспечивает безопасность функционирования системы «ЧМС».

Индивидуальные особенности оператора определяются общим состоянием его здоровья, состоянием нервной системы, психофизиологическими свойствами. От индивидуальных особенностей человека зависит способность человека к обучению и тренировке. Они являются основой профессионального отбора. Индивидуальные особенности оператора определяют на основании: устойчивости к эмоциональным потрясениям; способности восстанавливаться во время отдыха; стойкости к внешнему, внутреннему противодействию(помехе); изворотливости, ловкости, способности своевременно менять стратегию действий; безошибочности; работоспособности; выносливости и готовности к авральному режиму работы; множественности приемов и способов работы; скорости принятия и исполнения решения и тому подобное.

Значительное место среди психических процессов, влияющих на качество работы оператора, занимает внимание. Оно характеризуется появлением выборочной готовности мозга к соответствующим реакциям на определенные сигналы. При этом происходит повышение чувствительности анализаторов и уменьшение латентного периода до ожидаемых сигналов, повышение готовности исполнительного аппарата для этих сигналов. От внимания зависит уровень настроенности человека к восприятию и переработке информации. Объективные факторы делятся на две группы: эргономические и факторы окружающей среды. Эргономические факторы надежности оператора включают гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические факторы. Эргономические факторы показывают совместимость человека и других элементов в системе «ЧМС».

К факторам среды относятся факторы условий труда и факторы трудового процесса. На условия труда влияет совокупность факторов производственной среды. Неблаго-

приятные условия труда негативно влияют на здоровье и работоспособность человека. Регламентируют условия труда санитарные нормы. Особенности трудового процесса определяют психофизиологические факторы. К ним относятся тяжесть и напряженность труда. Тяжесть труда является количественной характеристикой физического труда. Напряженность – количественная характеристика умственного труда. В сфере совместимости человека с другими элементами системы выявляют 5 видов: энергетическая, биофизическая, информационная, технико-эстетическая и пространственно-антропометрическая.

Энергетическая совместимость представляет собой отношение возможностей человека к механизмам управления, приложенных усилий к затрачиваемой мощности, скорости и точности движений человека к скорости выполняемой задачи машиной. Биофизическая совместимость – это, прежде всего, необходимость в местоположении, в отсутствии внешних факторов раздражения, в среде, во взаимодействии человека с машиной. Нормальная работоспособность обеспечивается нормальным физиологическим состоянием человека. Информационная совместимость – это информационное взаимодействие, при котором человеком (оператором) безошибочно обрабатывается принимаемая информация, при этом не затрачивается особых усилий на концентрацию внимания и память, отображаются все нужные состояния «машины», ее работоспособность (перегрев, слабый сигнал, и тому подобное). Пространственно-антропометрическая совместимость включает в себя пространственное положение человека в процессе его работы (сидя, полулежа, в невесомости), возможность обзора, размеры частей тела человека (способность дотянуться). Техничко-эстетическая совместимость – обеспечение удовольствия человека от работы с машиной в процессе труда.

Исследование влияния объективных факторов на человека в системе «ЧМС» является целью создания для работника оптимальных условий труда, что способствует повышению надежности работы. Для исследования надежности работы человека нужно выделить несколько основных типов систем, в которых главную роль выполняет человек-оператор. Все эксплуатируемые системы могут быть в трех основных режимах: «ожидание» (система не функционирует), «подготовка» (подготовка к работе) и «функционирование».

Есть типы систем, для которых свойственны один, два или все три режима одновременно. Надежность работы человека-оператора рассматривается в системе, которая работает в трех режимах, оператор устраняет отказы во всех режимах, всегда готов к работе, активно работает, но может допускать ошибки в управлении, то есть при безотказности системы могут возникать отклонения от заданной программы действий.

Вероятность правильного выполнения задачи будет зависеть как от безотказной работы оборудования, так и от ошибок оператора, а также от возможности устранения этих ошибок. Для систем «ЧМС» непрерывного типа показателем надежности является вероятность безотказного, безошибочного и своевременного протекания производственного процесса в течение времени t :

$$P_{чм1}(t) = P_T(t) + [1 - P_T(t)] \cdot K_{оп} [P_{оп} \cdot P_{св} + (1 - P_{оп})P_{исп}(t)]$$

где: P_T – вероятность безотказной работы технических средств;

$K_{оп}$ – коэффициент готовности оператора;

$P_{оп}$ – требуемая надежность оператора;

$P_{св}$ – вероятность своевременного выполнения оператором требуемых действий;

$P_{исп}$ – вероятность исправления ошибочных действий.

Для систем «ЧМС» дискретного типа:

$$P_{чм2}(t) = K_T P_T P_{пр} P_{св} + (1 - P_T K_T) P_{вос} P_{пр} P_{св} + (1 - P_{пр}) P_{исп} P_T$$

где: K_T – коэффициент готовности техники;

$P_{пр}$ – среднее значение вероятности безошибочной работы оператора;

$P_{вос}$ – вероятность восстановления отказавшей техники.

Критерии оценки деятельности оператора. Человек как звено «ЧМС» характеризуется быстройдействием, надежностью, точностью работы, напряженностью своей деятель-

ности. Показатель быстродействия – это количественная характеристика, отражающая скорость выполнения задачи или операции техническим устройством или системой. Этот показатель обычно измеряется в единицах времени и является важным критерием оценки эффективности работы устройства или системы.

Надежность работы оператора характеризуется вероятностью правильного выполнения задачи. Точность работы оператора является важным аспектом его деятельности. Надёжность и точность оценивают различные аспекты работы оператора, представляя собой отдельные характеристики. Точность работы оператора – это количественный или качественный показатель способности оператора выполнять задачи или операции с минимальным уровнем ошибок или неточностей. Эта характеристика может измеряться различными способами, включая процентное соотношение правильно выполненных операций к общему числу операций или степень соответствия выполненным действиям требованиям и стандартам. Количественно точность выражается через погрешность, с которой оператор выполняет измерения, установки или регулировки параметра.

Погрешность отличается от ошибки: если она находится в допустимых пределах, то не считается ошибкой. Только при превышении этих пределов погрешность становится ошибкой, которая может повлиять на надежность работы системы.

В работе оператора стоит различать постоянную и переменную погрешности. Борьба с постоянными погрешностями не вызывает особых трудностей. Ее влияние можно нейтрализовать соответствующей калибровкой, применением методов компенсации, устранением причин, вызывающих погрешность. Борьба с переменными погрешностями представляет собой более сложную задачу. Основным способом здесь является повышение стабильности деятельности оператора и работы машин.

Специфической характеристикой оператора, не имеющего аналогов для машинных звеньев, является напряженность его деятельности, которая может быть двух видов – эмоциональная и операционная. Эмоциональная напряженность зависит от психофизиологических факторов конкретного индивида, данный показатель сложно оценить, поэтому целесообразно сосредоточить усилия на оценке постоянных факторов, влияющих на надежность.

Причиной операционной напряженности является информационная перегрузка, поэтому степень этой напряженности целесообразно оценивать общей вероятностью возникновения перегрузки, а также вероятностями перегрузки за счет каждого из факторов в отдельности. Структурные методы играют важную роль при оценке надежности в процессе проектирования объектов, которые могут быть разделены на составные элементы с установленными или определяемыми методами параметров надежности.

Вероятность безотказной работы при последовательном соединении системы равна произведению вероятностей безотказной работы элементов:

$$P_s = \prod_{i=1}^N p_i,$$

При параллельном соединении N надежных элементов в логической схеме функция надежности участка вычисляется согласно формуле:

$$P_p = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_i).$$

Обсуждение результатов. Расчет надежности представленной системы проводился в программном обеспечении «Mathcad 15». Для расчета надежности взяты примерные показатели надежности различных элементов из сети Интернет и различных справочников. Сначала следует определить значения вероятности безотказной работы каждого отдельного элемента аппаратной части системы. Перед тем как составить формулу для вычисления вероятности безотказной работы (БР) всей системы, необходимо выполнить расчеты для участков с параллельным соединением (рис. 2):

Мой веб-узел Go

$$P_{34} := 1 - (1 - P_3) \cdot (1 - P_4) = 0.95$$

$$P_{89} := 1 - (1 - P_8) \cdot (1 - P_9) = 0.992$$

Рис. 2 - Вероятность БР аппаратной части на парных участках системы

Fig. 2 - Probability of hardware failure in paired sections of the system

На основании вычислений мы формируем структуру с последовательно подключенными элементами [P1, P2, P34, P5, P6, P7, P89].

Мой веб-узел Go

$$P_c := P_1 \cdot P_2 \cdot P_{34} \cdot P_5 \cdot P_6 \cdot P_7 \cdot P_{89} = 0.531$$

Рис. 3 - Результат расчета всей аппаратной части системы

Fig. 3 - Result of calculation of the entire hardware part of the system

На практике иногда предпочтительнее использовать характеристику вероятности отказа системы Q_c . Вероятность отказа определяется как вероятность возникновения хотя бы одного отказа в заданном временном интервале при определенных условиях эксплуатации (рис. 4).

Мой веб-узел Go

$$Q_c := 1 - P_c = 0.469$$

Рис. 4 - Вероятность отказа аппаратной части системы

Fig. 4 - Probability of failure of the system hardware

Для выражения вероятностей безотказной работы и отказа системы в процентном соотношении мы умножим полученные значения на 100% (рис. 5).

Рсистемы1 := P_c · 100 = 53.073

Qсистемы1 := Q_c · 100 = 46.927

Рис. 5 - Расчеты надежности аппаратной части системы

Fig. 5 - Calculations of the reliability of the system hardware

Таким образом, вероятность безотказной работы аппаратной части представленной автоматизированной системы составляет 53%, а вероятность отказа системы составляет около 47%. Далее следует определить значения вероятности безотказной работы программной части каждого элемента системы в отдельности, а также, провести вычисления для участков с параллельным соединением. После получения всех необходимых данных, необходимо осуществить расчет вероятности безотказной работы всей системы (рис. 6).

P_c := P₁ · P₂ · P₃₄ · P₅ · P₆ · P₇ · P₈₉ = 0.553

Рис. 6 - Результат расчета всей системы

Fig. 6 - Result of calculation of the entire system

После расчёта вероятности отказа системы, $Q_c = 0,447$

Полученные результаты расчета вероятности безотказной работы и отказа системы переведем в процентное обозначение вероятностей (рис. 7).

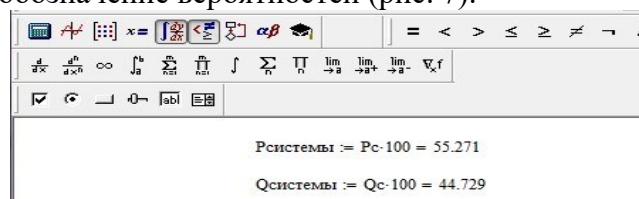


Рис. 7 - Расчеты надежности программной части системы

Fig. 7 - Calculations of the reliability of the software part of the system

Таким образом, вероятность безотказной работы программной части представленной автоматизированной системы составляет 55%, а вероятность отказа системы составляет около 45%. Рассчитаем среднюю вероятность безотказной работы всей АС, которая будет равна 54%, а вероятность отказа составляет около 46%.

Полученная общая надежность автоматизированной системы достаточно низкая. К факторам, влияющим на надежность, могут относиться: сложная структура монтажа и установки, ограничения в передаче данных, внешние воздействия. Повышение надежности программного обеспечения автоматизированной системы возможно только производителем СКУД. Для улучшения надежностных характеристик автоматизированной системы возможно произвести замену кабеля структурированной кабельной сети на более надежный. Необходимо заменить кабель на волоконно-оптический кабель и рассчитать значения безотказной работы каждого элемента системы в отдельности с учетом замененного элемента. Далее, следует повторно провести расчеты с замененным кабелем для оценки влияния волоконно-оптического кабеля на общую надежность СКУД и сравнить вероятность безотказной работы и вероятность отказа аппаратной части системы после замены элемента (рис. 8).

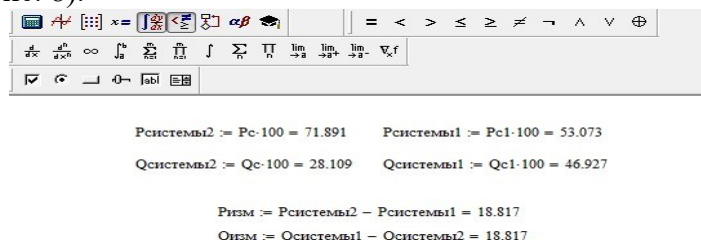


Рис. 8 - Изменения вероятностей безотказной работы и вероятность отказа системы аппаратной части после и до улучшения кабеля

Fig. 8 - Changes in the probabilities of no-failure operation and the probability of failure of the hardware system after and before cable improvement

Расчеты демонстрируют, что вероятность безотказной работы повысилась на 18%, соответственно возросла и общая надежность автоматизированной системы. Надежность отдельного элемента может значительно повлиять на общую надежность всей АС. Так как надежность программного обеспечения может быть повышена только производителем, повышение надежности автоматизированной системы возможно осуществлением замены какого-либо элемента системы, в данном случае, была произведена замена витой пары на оптоволоконный кабель. Результаты расчетов демонстрируют, что замена даже одного элемента позволяет повысить общую надежность автоматизированной системы.

На примере рассмотренной СКУД общая надежность автоматизированной системы увеличилась на 18%. При необходимости улучшить надежностные характеристики автоматизированной системы потребуется заменить любой другой элемент СКУД на более надежный.

Таким образом, влияние системы «ЧМС» на АС достаточно значительно. Человек (оператор) может вносить значительную долю ненадежности в работу АС из-за своих ин-

дивидуальных особенностей (физиологических, психологических, профессиональных и тому подобного).

Ошибки оператора, связанные с неверным восприятием информации, принятием неправильных решений, невыполнением необходимых действий, могут приводить к отказам и аварийным ситуациям в системе. Параметры окружающей среды (температура, влажность, вибрация, электромагнитные помехи и прочее) могут оказывать существенное воздействие на надежность АС и ее элементов. Неблагоприятные внешние условия могут вызывать отказы оборудования, нарушение работы человека (оператора), что в итоге снижает общую надежность системы.

Однако несмотря на важность учета влияния системы «человек-машина-среда», при расчете надежности АС данную среду обычно не принимают во внимание. Это связано с большой индивидуальностью и сложностью моделирования поведения человека (оператора), а также с трудностями в количественной оценке влияния внешних факторов среды. Расчет надежности, как правило, осуществляется только по отношению к технической части АС без учета «человеческого фактора» и условий эксплуатации. Таким образом, исследование влияния системы «человек-машина-среда» на надежность АС ОВД РФ является одним из перспективных направлений научной деятельности.

Надежность АС в значительной степени зависит от взаимодействия человека, машины и окружающей среды. Изучение этого взаимодействия позволит лучше понять и предсказывать возникновение отказов, связанных с ошибками оператора или неблагоприятными условиями среды.

Вывод. Результаты исследования системы «ЧМС» помогут оптимизировать интерфейсы между человеком и машиной, улучшить процессы обучения персонала. Это позволит повысить надежность, безопасность и эффективность функционирования АС. Система «ЧМС» применима в различных сферах, таких как авиация, энергетика, промышленность, транспорт. Исследования в этом направлении имеют высокую практическую значимость для многих отраслей.

Изучение системы «ЧМС» требует объединения знаний из таких областей, как эргономика, психология, инженерия, информатика. Это делает данное направление интересным и перспективным с точки зрения развития междисциплинарного научного подхода.

В целом, исследование влияния системы «ЧМС» на надежность АС ОВД РФ является актуальным и многообещающим направлением, способным внести значительный вклад в повышение безопасности и эффективности современных технических систем.

Библиографический список:

1. Распределение Вейбулла: история и современность / С.Я. Гродзенский // Нелинейный мир. – 2023. – Т. 21, № 3. – С. 54-65. – DOI: 10.18127/j20700970-202303-06. – EDN HNVDPQ.
2. Анализ структурных схем с помощью сигнатур. Вычисление сигнатуры сложной структуры / В.А. Чепурко, А.Н. Черняев//Надежность.– 2022. – Т. 22, № 2. – С. 10-21. – DOI: 10.21683/1729-2646-2022-22-2-10-21. – EDN HCFFFB.
3. Оптимизация системы "человек-машина-среда": оценка надежности человека-оператора / В.И. Швецова//Системы контроля окружающей среды. – 2021. – № 1(43). – С. 147-153. – DOI: 10.33075/2220-5861-2021-1-147-153. – EDN NQYFBT.
4. Анализ человеко-машинных систем по воздействию факторов на безопасность и работоспособность оператора/А.А.Кузнецов//Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: Международная научно-техническая конференция, Брянск, 12–14 сентября 2012 года. Брянск: Изд. Брянской ГСХА, 2012. – С. 69-78. – EDN TVZJAZ.
5. Психология труда: Учебное пособие для бакалавров / В.А. Шамис, Г.Г. Левкин. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 130 с. – ISBN 978-5-4497-1828-0. – EDN SJLLZO.
6. К вопросу использования новой информационной технологии, связанной с дополнительной аутентификацией субъектов доступа по клавиатурному почерку, в системах защиты информации от несанкционированного доступа на объектах информатизации органов внутренних дел / А.В. Бацких, И.Г. Дровникова, Е.А. Рогозин // Вестник Воронежского института МВД России. – 2020. – № 2. – С. 21-33. – EDN DDVYPU.

7. Д.И. Лобач. О некоторых проблемах анализа и оценки влияния человеческого фактора на безопасность технических систем. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2024;51(2):91-100. DOI: 10.21822/2073-6185-2024-51-2-91-100
8. О.И. Бокова, С.В. Канавин, Н.С. Хохлов, И.В. Гилев, Л.А. Лекарь. К вопросу обеспечения защищенного доступа к информационным системам с применением биометрической аутентификации на основе нечеткого образа личности пользователя и нейросетевых преобразований. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2023; 50(4):75-84. DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-4-75-84

References:

1. Weibull distribution: history and modernity. S.Ya. Grodzensky. *Nonlinear world*. 2023; 21(3):54-65. – DOI: 10.18127/j20700970-202303-06. – EDN HNVDPQ. (In Russ)
2. Analysis of structural diagrams using signatures. Calculation of the signature of a complex structure. V.A. Chepurko, A.N. Chernyaev. *Reliability*. 2022;22(2):10-21. – DOI: 10.21683/1729-2646-2022-22-2-10-21. – EDN HCFFFB. (In Russ)
3. Optimization of the man-machine-environment system: assessment of the reliability of the human operator. V.I. Shvetsova. *Environmental control systems*. 2021;1(43):147-153. – DOI: 10.33075/2220-5861-2021-1-147-153. – EDN NQYFBT. (In Russ)
4. Analysis of human-machine systems based on the impact of factors on operator safety and performance / A.A. Kuznetsov. Problems of energy supply, information and automation, safety and environmental management in the agro-industrial complex: International scientific and technical conference, Bryansk, September 12–14, 2012. Bryansk: Publishing house of the Bryansk State Agricultural Academy, 2012; 69-78. – EDN TVZJAZ. (In Russ)
5. Labor psychology: Textbook for bachelors. V.A. Shamis, G.G. Levkin. Moscow: *IP Ar Media*, 2023:130. – ISBN 978-5-4497-1828-0. – EDN SJLLZO. (In Russ)
6. On the issue of using new information technology related with additional authentication of access subjects using keyboard handwriting, in systems for protecting information from unauthorized access at information facilities of internal affairs bodies. A.V. Batsikh, I.G. Drovnikova, E.A. Rogozin. *Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2020; 2: 21-33. – EDN DDVYPU. (In Russ)
7. D.I. Lobach. On some problems of analysis and assessment of the influence of the human factor on the safety of technical systems. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences*. 2024;51(2):91-100. DOI: 10.21822/2073-6185-2024-51-2-91-100(In Russ)
8. O.I. Bokova, S.V. Kanavin, N.S. Khokhlov, I.V. Gilev, L.A. Lekar. On the issue of ensuring secure access to information systems using biometric authentication based on a fuzzy image of the user's identity and neural network transformations. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences*. 2023; 50(4):75-84. DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-4-75-84(In Russ)

Сведения об авторах:

Янгиров Адиль Илдарович, начальник отделения лабораторных исследований и испытаний; adil-yan@yandex.ru

Янгиров Илдар Мухаматович, научный сотрудник отдела развития средств обнаружений; YIMufa@yandex.ru

Романова Виктория Романовна, адъюнкт; romanovna_vika@inbox.ru

Дровникова Ирина Григорьевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматизированных информационных систем органов внутренних дел; drovnikova@mail.ru

Дуплякин Петр Михайлович, преподаватель кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга, 00008540@mail.ru

Information about authors:

Adil I. Yangirov, Head of the Laboratory Research and Testing; adil-yan@yandex.ru

Ildar M. Yangirov, Researcher at the Department of Development of Detection Tools; YIMufa@yandex.ru

Victoria R. Romanova, Adjunct; romanovna_vika@inbox.ru

Irina G. Drovnikova, Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Prof., Department of Automated Information Systems of Internal Affairs Bodies; drovnikova@mail.ru

Pyotr M. Duplyakin, Lecturer, Department of Radio Engineering Systems and Security Monitoring Complexes; 00008540@mail.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 20.10.2024.

Одобрена после рецензирования/Reviced 29.11.2024.

Принята в печать/Accepted for publication 12.01.2025.