

Научная статья

УДК 159.9 :656

КОГНИТИВНАЯ ЭРГОНОМИКА РАБОЧИХ МЕСТ ДИСПЕТЧЕРОВ ТРАНСПОРТА: ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

**Польская Наталия Анатольевна, доктор психологических наук, доцент,
профессор кафедры клинической психологии и психотерапии факультета
консультативной и клинической психологии, Московский
государственный психолого-педагогический университет, Россия, Москва,
polskaya.natalia@gmail.com;**

**Ипатов Андрей Владимирович, кандидат психологических наук, доцент
кафедры психологического консультирования, Санкт-Петербургский
государственный институт психологии и социальной работы, Россия,
Санкт-Петербург, andrey.ipatov@mail.ru**

Аннотация. Статья посвящена эмпирическому анализу когнитивно-эргономических характеристик рабочих мест диспетчеров транспортного комплекса в условиях цифровой трансформации отрасли. Для достижения поставленной цели последовательно решаются следующие задачи. Картируются информационные потоки и фиксируется частота обновления сигналов различного приоритета. Оценивается пространственная конфигурация рабочего пространства и соответствие эргономических параметров оборудования антропометрическим и перцептивным возможностям специалиста. Выявляются структурные и временные факторы, определяющие снижение скорости обнаружения аномалий в оперативной обстановке. Формулируются принципы редизайна рабочих интерфейсов, основанные на минимизации визуального шума и оптимизации распределения внимания. Надёжность управленческих решений обеспечивается посредством согласования информационной архитектуры дисплейных панелей с естественными траекториями зрительного сканирования и резервами ментальной работоспособности. Особое внимание при модернизации диспетчерских центров должно уделяться консолидации критических индикаторов в центральной зоне обзора и внедрению адаптивных

алгоритмов фильтрации фоновых данных. В рабочих регламентах целесообразно предусмотреть отказ от избыточного цветового разнообразия в пользу контрастного кодирования сигналов, что снижает нагрузку на произвольное внимание и предотвращает когнитивную перегрузку при длительном мониторинге. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на изучение динамики адаптации операторов к многоуровневым системам поддержки принятия решений, на разработку дифференцированных эргономических стандартов с учётом когнитивных стилей специалистов и специфики мультимодальных транспортных узлов.

Ключевые слова: диспетчерская деятельность; информационные потоки; визуальный шум; распределение внимания; перцептивное сканирование; оптимизация рабочего места; аномалии транспортных потоков; психическая работоспособность.

Original article

COGNITIVE ERGONOMICS OF TRANSPORT DISPATCHER WORKSTATIONS: AN EMPIRICAL STUDY

**Polskaya Natalia Anatolyevna, Doctor of Psychological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Clinical Psychology and Psychotherapy, Faculty of Counseling and Clinical Psychology, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia,
polskaya.natalia@gmail.com;**

Ipatov Andrey Vladimirovich, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Psychological Counseling, St. Petersburg State Institute of Psychology and Social Work, St. Petersburg, Russia, andrey.ipatov@mail.ru

Abstract. This article provides an empirical analysis of the cognitive and ergonomic characteristics of transport dispatchers' workstations in the context of the industry's digital transformation. To achieve this goal, the following tasks are sequentially addressed. Information flows are mapped, and the update rates of signals

of varying priorities are recorded. The spatial configuration of the workspace and the compliance of the equipment's ergonomic parameters with the specialist's anthropometric and perceptual capabilities are assessed. Structural and temporal factors that determine the reduction in anomaly detection rates in operational situations are identified. Principles for redesigning work interfaces based on minimizing visual noise and optimizing attention distribution are formulated. The reliability of management decisions is ensured by aligning the information architecture of display panels with natural visual scanning trajectories and mental capacity reserves. When modernizing dispatch centers, special attention should be paid to consolidating critical indicators in the central viewing area and implementing adaptive algorithms for filtering background data. It would be appropriate to focus work procedures on replacing color diversity with formal, contrast-based signal coding, which reduces the load on voluntary attention mechanisms and prevents cognitive overload during long-term monitoring. Further research in this area could focus on studying the dynamics of operator adaptation to multi-level decision support systems and developing differentiated ergonomic standards that take into account the cognitive styles of specialists and the specifics of multimodal transport hubs.

Keywords: dispatch activities; information flows; visual noise; distribution of attention; perceptual scanning; workplace optimization; traffic flow anomalies; mental performance.

Актуальность вопроса когнитивной эргономики рабочих мест диспетчеров транспорта. Рабочее место транспортного диспетчера представляет собой систему распределения оперативного внимания. В каждый момент специалисту доступны данные, существенно различающиеся по значимости: одни требуют немедленного реагирования, другие необходимы для поддержания общего представления о транспортной ситуации, третьи выполняют справочную или фоновую функцию. Поэтому когнитивная эффективность рабочего места зависит не столько от общего объема

информации, сколько от того, насколько её расположение, временная динамика и визуальная выраженность соответствуют оперативному приоритету.

В настоящей работе данное соответствие рассматривается как организация распределения внимания. Интерфейс может облегчать деятельность, направляя зрительный поиск от общего состояния транспортной системы к признаку отклонения и далее к информации, необходимой для решения. Обратная ситуация возникает, когда высокоприоритетный сигнал располагается вне регулярно обследуемой области либо конкурирует за визуальное выделение с большим числом второстепенных элементов. Тогда часть времени расходуется на поиск релевантного источника.

Актуальные исследования труда авиадиспетчеров подтверждают, что нагрузка, распределение зрительного внимания и безопасность деятельности образуют тесно связанную проблемную область; показатели выполнения и психофизиологические методы всё чаще используются совместно для анализа работы оператора [13-15]. При этом параметры взгляда наиболее информативны тогда, когда интерпретируются относительно конкретных задач и областей интерфейса, а не как универсальный показатель «нагруженности» специалиста [14, 18].

Объектом настоящего исследования является профессиональная деятельность диспетчеров транспортного комплекса, связанная с оперативным управлением и координацией перевозочного процесса. Предметом анализа являются когнитивно-эргономические характеристики рабочих мест, включающие параметры информационного взаимодействия, организацию перцептивного поля и степень соответствия технической среды индивидуальным ресурсам психической регуляции.

Теоретико-методологическую основу работы составляют принципы деятельностного подхода, концепции распределенного внимания и модели ментальной нагрузки в инженерной психологии. В качестве аналитического инструментария применяются методы систематического наблюдения,

хронометража операций, регистрации психофизиологических показателей, а также стандартизированные тестовые батареи, оценивающие скорость переработки сигналов, точность прогнозирования и устойчивость к интерференции. Интеграция полевых и лабораторных процедур обеспечивает валидность получаемых данных и сопоставление субъективных оценок с объективными параметрами работоспособности.

Эмпирическая стратегия исследования реализуется с помощью многоэтапной процедуры, включающей предварительный анализ технической документации диспетчерских пунктов, пилотное обследование выборки специалистов, проведение контрольных замеров в штатных и стрессогенных режимах функционирования системы, последующую статистическую обработку результатов. Программные средства визуализации данных используются для выявления скрытых закономерностей распределения когнитивной нагрузки и зон критической перегрузки интерфейса. Надёжность полученных данных оценивается с помощью факторного и корреляционного анализа.

Научная проблема исследования состоит в установлении того, как приоритет, частота обновления и пространственное положение информационного канала совместно связаны со способом его визуального обследования и своевременностью обнаружения отклонения.

Новизна определяется сопоставлением трёх уровней характеристик: структуры информационного потока, пространственной организации отображения и показателей деятельности диспетчера. Практическая задача заключается не в максимальном уменьшении числа отображаемых данных, а в изменении их иерархии таким образом, чтобы критическая информация сохраняла высокую перцептивную доступность, а фоновые каналы не создавали конкурирующую визуальную активность.

Практическая значимость состоит в формировании рекомендаций по оптимизации архитектурных решений интерфейсов, регламентации режимов труда и внедрению адаптивных систем поддержки принятия решений, что

способствует снижению вероятности ошибок и повышению психологической безопасности персонала.

Состояние исследований по рассматриваемой проблеме. Современные исследования в области инженерной психологии и когнитивной эргономики транспортных систем сосредоточены на вопросах соответствия технических средств диспетчерского управления когнитивным ресурсам оператора. Исследования [6-8] фиксируют устойчивую тенденцию к увеличению плотности информационных каналов. При этом значительная часть публикаций рассматривает рабочие среды диспетчеров через призму гигиенических норм или инженерно-технических стандартов [9], психологические аспекты переработки динамических данных остаются недостаточно систематизированными. Картирование информационных потоков редко сопоставляется с параметрами физической организации рабочего пространства, что затрудняет выявление причин снижения скорости обнаружения аномалий в реальных условиях работы. Отдельные работы затрагивают влияние визуального насыщения интерфейсов на перцептивную эффективность, однако рекомендации по модификации рабочих мест опираются на нормативные предписания без учета индивидуальных когнитивных стратегий специалистов [10]. Эти пробелы указывают на необходимость комплексного изучения взаимосвязей между частотой обновления данных, эргономической конфигурацией оборудования и временными параметрами распознавания критических событий. В настоящем исследовании предлагается эмпирически проверяемая модель, объединяющая анализ структуры информационной среды, оценку пространственно-физических параметров рабочего места и выявление факторов когнитивной интерференции при управлении транспортными потоками.

Современные исследования операторской деятельности показывают, что увеличение количества доступной информации не обязательно приводит к повышению ситуационной осведомлённости. В эксперименте со сложной

командной системой предоставление дополнительных изображений увеличивало воспринимаемую нагрузку и само по себе не улучшало результат; положительный эффект появлялся только тогда, когда дополнительная информация сопровождалась инструментами, позволяющими содержательно её использовать [19]. Это принципиально важно для диспетчерского интерфейса: полнота информации и полезность её представления для выполнения задачи не тождественны.

Для обзорных дисплеев сложных систем также предлагается сохранять устойчивое представление ключевого состояния, а детализированное взаимодействие переносить на рабочие экраны оператора [16]. Такой подход уменьшает необходимость заново конструировать общую картину системы после каждого переключения между информационными областями.

Отдельного внимания требует визуальное кодирование. Высокая насыщенность цвета действительно способна усиливать заметность элемента, однако экспериментальные данные профессиональных операторов не подтверждают универсального преимущества цветного или монохромного представления для всех задач [17]. Следовательно, эргономическая рекомендация должна состоять в ограничении конкурирующей цветовой насыщенности и использовании избыточного кодирования, когда критический статус различается одновременно по контрасту, форме, символу или положению.

Методология исследования. Эмпирическая база исследования сформирована на основе многоуровневого подхода, сочетающего методы когнитивного анализа задач, инструментальной фиксации параметров рабочей среды и экспериментального моделирования штатных и нештатных ситуаций. Выборка включала 38 операторов диспетчерских пунктов различной категории сложности, имеющих стаж профессиональной деятельности 3-15 лет. Процедура исследования реализовывалась в три последовательных этапа:

1) картирование информационных потоков посредством регистрации системных событий с фиксацией частоты обновления каждого канала данных,

типа отображаемой информации и приоритетности сигналов. Параллельно проводилась оценка пространственной организации рабочего места с применением методов антропометрического обмера, углового расчета зон обзора и регистрации траекторий визуального сканирования с использованием айтрекингового оборудования;

2) проведение совокупности контролируемых экспериментов, в ходе которых участники выполняли задачи по обнаружению аномалий в смоделированных транспортных потоках при варьировании плотности информации и уровня визуального насыщения интерфейса;

3) апробация прототипа редизайна рабочего пространства, разработанного, исходя из принципов минимизации перцептивной интерференции.

При интерпретации глазодвигательных показателей длительность фиксации рассматривалась как характеристика способа визуального обследования конкретной области, а не как прямое количественное измерение затраченного когнитивного ресурса. Более продолжительная фиксация может сопровождать усложнение интерпретации, проверку значимого параметра либо особенности стратегии зрительного поиска. Поэтому выводы формировались на основании совместного сопоставления места фиксации, приоритетности информации и результативности обнаружения аномалии.

Современные исследования диспетчерских задач подтверждают необходимость контекстной интерпретации данных айтрекинга: характеристики фиксаций позволяют определить, какие области фактически контролируются и чем успешные эпизоды обнаружения отличаются от ошибочных, однако значение отдельной глазодвигательной метрики зависит от структуры задачи [14, 18].

Регрессионный анализ использовался для выявления параметров интерфейса, статистически связанных с задержками обнаружения.

Для систематизации исходных параметров была сформирована матрица когнитивно-эргономических характеристик, отражающая структуру

взаимосвязей между техническими и психологическими переменными (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристики информационных каналов и их положения в зрительном поле диспетчера

Канал данных	Частота обновления, с	Приоритет	Зона отображения	Угловое отклонение от центра взгляда, °	Средняя длительность фиксации, мс
Критические сигналы	2-5	Высокий	Периферийная	18-24	175-190
Оперативные метрики	6-12	Средний	Боковая	12-16	140-155
Фоновые показатели	15-30	Низкий	Периферийная	22-28	195-210
Системные уведомления	1-3	Высокий	Центральная	0-5	110-125

Источник: разработано авторами на основе [11], [12].

Сопоставление каналов выявляет несоответствие между оперативной значимостью и пространственной доступностью части информации. Критические сигналы обновлялись с интервалом 2-5 с, но были расположены при угловом отклонении 18-24° от центральной области. Системные уведомления сопоставимого высокого приоритета находились значительно ближе к центру - в диапазоне 0-5°.

Различалась и организация зрительного обследования: средняя длительность фиксаций для критических периферийных сигналов составляла 175-190 мс, тогда как для центральных системных уведомлений – 110-125 мс. Таким образом, характер визуального доступа к каналам различается в зависимости от их положения и содержания.

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные эмпирические данные подтверждают наличие статистически значимых зависимостей между параметрами организации информационной среды и когнитивной эффективностью диспетчеров. Картирование информационных потоков выявило неоднородное распределение частоты обновления сигналов. Критические показатели транспортной обстановки генерировали обновления с интервалом от

2 до 5 секунд, вспомогательные метрики обновлялись с периодичностью от 10 до 30 секунд. При этом пространственное размещение индикаторов не соответствовало логике приоритетности данных. Наиболее значимые каналы информации размещались в периферийных зонах дисплейных панелей. Айтрекинг-мониторинг показал, что средняя длительность фиксации на периферийных элементах составляла около 180 миллисекунд, что превышало порог оптимального восприятия сигналов, требующих немедленного реагирования.

Оценка физической конфигурации показала, что в 65 % обследованных вариантов организации рабочего места положение оборудования не соответствовало принятому в исследовании критерию нейтральной рабочей позы. Такое несоответствие особенно часто касалось высоты и угла расположения дисплеев, а также пространственного разнесения основных элементов управления.

Полученный показатель характеризует распространённость эргономически неблагоприятной конфигурации, но не позволяет утверждать, что именно положение шейно-плечевого отдела стало причиной изменения скорости зрительного сканирования. Более корректно рассматривать физическую организацию рабочего места как дополнительное условие, способное увеличивать объём двигательных действий, необходимых для доступа к информации. При проектировании диспетчерского места физическая доступность экрана и информационная доступность его содержания поэтому должны оцениваться раздельно.

В экспериментальных условиях с увеличением визуальной насыщенности задержка обнаружения аномальных событий возрастала. Среди параметров, связанных с увеличением времени распознавания, выделялись плотность одновременного представления текстовых и графических элементов, недостаточная различимость предупреждающих сигналов относительно фоновой информации и визуальная активность второстепенных индикаторов.

В наиболее насыщенном экспериментальном условии время обнаружения аномалии увеличивалось в среднем на 42 % относительно исходной конфигурации. Этот результат характеризует совокупное изменение исследованной информационной среды; без представленных коэффициентов регрессионной модели нельзя количественно распределить 42-процентное ухудшение между отдельными параметрами интерфейса.

Наибольшие трудности возникают при одновременной конкуренции нескольких визуально заметных признаков, из-за чего диспетчеру приходится многократно переключать внимание между информацией разной оперативной значимости.

Выявление факторов, снижающих скорость обнаружения аномалий, осуществлялось посредством регрессионного анализа экспериментальных данных. Установлено, что основными детерминантами задержек выступают плотность одновременного отображения текстовых и графических элементов, контрастность сигналов предупреждения относительно фоновой информации, а также частота мигания индикаторов второстепенных систем. При превышении порогового значения визуального насыщения, определяемого как отношение площади активного отображения к общей площади перцептивного поля, время распознавания аномалий возрастало в среднем на сорок два процента. Эмпирические данные подтверждают гипотезу о том, что когнитивная интерференция возникает из-за большого объёма поступающей информации и неоптимальной пространственно-временной организации её представления (рисунок 1).

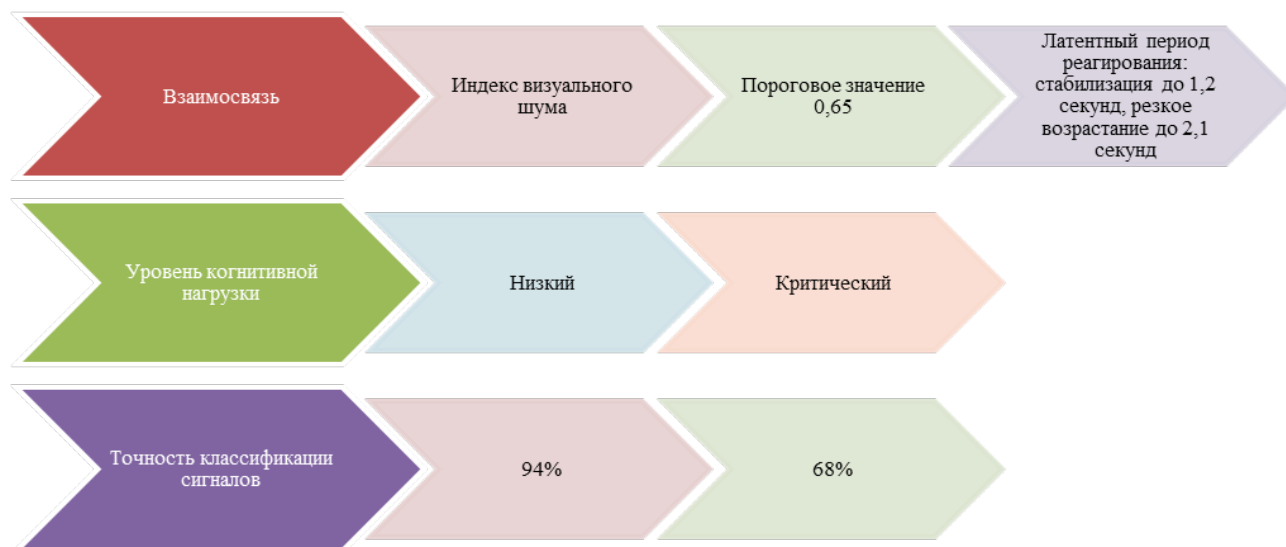


Рисунок 1 - Взаимосвязь параметров визуального шума и временных характеристик обнаружения аномалий (источник: разработано авторами)

В рамках принятой авторами операционализации индекс визуального шума рассчитывался как отношение площади активного отображения к общей площади рассматриваемого перцептивного поля. В экспериментальной серии значение 0,65 использовалось как граница между двумя наблюдаемыми режимами выполнения: ниже неё латентный период стабилизировался приблизительно на уровне 1,2 с, а точность классификации составляла 94 %; в более насыщенном условии латентность достигала приблизительно 2,1 с, а точность снижалась до 68 %.

Значение 0,65 следует обозначать как экспериментальный порог настоящего исследования. Его перенос на иные рабочие места требует новой проверки, поскольку влияние визуальной плотности зависит от размера экранов, характера символов, количества информационных каналов и содержания профессиональной задачи.

Разработанный прототип был ориентирован на восстановление соответствия между оперативным приоритетом информации и маршрутом зрительного контроля. Критические показатели объединялись в центральной и близкой к ней области, количество дублирующих элементов сокращалось, а

фоновые данные отображались менее заметно.

При визуальном кодировании целесообразно отказаться не от цвета как такового, а от ситуации, когда большое количество разных цветов одновременно используется для привлечения внимания. Для критических событий предпочтительно комбинировать цвет с контрастом, формой или символическим признаком. Исследование цифровых пультов управления 2025 г. показывает, что преимущества конкретной цветовой схемы зависят от сложности задачи и не дают оснований считать одну систему кодирования универсально лучшей [17].

Отдельным принципом редизайна является наличие устойчивого обзорного представления. Данные сложных операторских систем показывают практическую ценность обзорного экрана как стабильной системы координат, тогда как детальные действия целесообразно выполнять в специализированной рабочей области [16]. Для транспортного диспетчера это означает сохранение постоянно доступной картины общего состояния потоков при изменении детализированных окон управления.

После применения разработанного прототипа среднее время обнаружения аномалий уменьшилось на 28 %, а количество ложных срабатываний - на 19 % относительно исходного варианта рабочего пространства. Эти результаты следует описывать как улучшение показателей при апробации комплексного редизайна. Поскольку одновременно были изменены расположение, количество дублирующих элементов и способ визуального кодирования, настоящее исследование не позволяет определить самостоятельный вклад каждого проектного решения.

Выводы. Результаты исследования показывают, что когнитивно-эргономическая эффективность диспетчерского рабочего места определяется не только объёмом информации, но и согласованностью трёх характеристик информационного канала: его оперативной значимости, временной активности и пространственного положения.

Картирование выявило случаи несоответствия этой логике. Критические

сигналы с интервалом обновления 2-5 с располагались в периферийной зоне при угловом отклонении 18-24°, тогда как высокоприоритетные системные уведомления находились в центральной области. Различия в длительности фиксации подтверждают неодинаковую организацию зрительного обследования этих областей, но не позволяют устанавливать универсальный норматив продолжительности отдельной фиксации.

Полученные данные поддерживают представление об интерфейсе как средстве маршрутизации профессионального внимания. Если оперативный приоритет не отражён в перцептивной организации рабочего пространства, диспетчеру приходится самостоятельно компенсировать это несоответствие дополнительным зрительным поиском и переключениями внимания.

В условиях повышенного визуального насыщения время обнаружения аномалии увеличивалось в среднем на 42 %. В принятой экспериментальной модели индекс визуального шума 0,65 разделял условия, в которых показатели существенно различались: приблизительно 1,2 и 2,1 с по латентности обнаружения и 94 и 68 % по точности классификации. Значение 0,65 следует рассматривать только как экспериментальный ориентир, полученный в настоящем исследовании.

Оценка физического рабочего пространства дополнительно выявила неблагоприятную конфигурацию в 65 % обследованных случаев. Этот результат свидетельствует о необходимости учитывать расположение дисплеев и органов управления наряду с информационным дизайном, но сам по себе не устанавливает причинную связь между рабочей позой и конкретной характеристикой зрительного поиска.

Апробация комплексного редизайна сопровождалась уменьшением времени обнаружения аномалий на 28 % и числа ложных срабатываний на 19 %. Поскольку одновременно изменялось несколько характеристик рабочего пространства, полученный эффект относится к прототипу в целом. Для установления вклада центрального расположения, уменьшения дублирования,

фильтрации и кодирования необходимы отдельные экспериментальные сравнения.

Практическим принципом проектирования становится не простое уменьшение количества информации, а согласование её заметности с оперативной ценностью. Высокоприоритетные параметры должны быть быстро доступны, фоновая информация - сохраняться без постоянной конкуренции за внимание, а обзор состояния транспортной системы - выступать устойчивой системой координат для детальных действий. Современные исследования диспетчерских и иных сложных операторских систем подтверждают значимость айтрекинга для анализа такого распределения внимания и показывают преимущества функционально организованного представления данных перед механическим увеличением их объёма [14, 16, 18, 19].

Ограничения исследования определяются относительно небольшой выборкой из 38 специалистов и объединением диспетчерских пунктов различной категории сложности. Кроме того, эффект редизайна оценивался после предыдущих этапов исследования, поэтому при отсутствии отдельного параллельного контрольного условия полностью исключить влияние знакомства с экспериментальной задачей невозможно. Последующее исследование целесообразно построить как сравнение исходного и модифицированного интерфейсов с независимым распределением участников по условиям и отдельным варьированием пространственного положения, информационной плотности и способа кодирования.

Таким образом, задача когнитивной эргономики рабочего места транспортного диспетчера заключается в такой организации информации, при которой оператору не приходится тратить зрительное внимание на определение приоритета, уже заданного системой. Приоритет транспортного события должен быть непосредственно выражен в способе его предъявления оператору.

Список литературы

1. Боброва А. А., Яковлева Д. Д. Роль человеческого фактора в обеспечении

- безопасности на транспорте // Вестник науки. – 2025. – Т. 4. – №. 12 (93). – С. 1111-1117.
2. Кожаханова С., Айкумбеков М., Бекжанова С. Человеческие факторы и управление безопасностью на железнодорожном транспорте: международные подходы и применимость в Казахстане // Вестник КазАТК. – 2025. – Т. 141. – №. 6. – С. 41-50.
3. Кононов А. Н. Особенности профессионального стресса работников транспортной отрасли // Человеческий капитал. – 2023. – №. 11-2 (179). – С. 178.
4. Мулдашева Н. А., Каримова Л. К., Бакиров А. Б., Рябова Ю. В., Бейгул Н. А., Зайдуллин И. И., Гайнуллина М. К. Стресс на рабочем месте как фактор риска психоэмоциональных нарушений у работников различных профессиональных групп (обзор литературы) // Медицина труда и экология человека. – 2025. – №. 4. – С. 43-75.
5. Зибарев Е. В., Бухтияров И. В., Кравченко О. К., Астанин П. А. Разработка новой концепции оценки напряженности труда пилотов гражданской авиации // Анализ риска здоровью. – 2022. – №. 2. – С. 73-87.
6. Бикетова Т. Н. Исследование динамики работоспособности диспетчеров дежурной смены на примере ФКУ «ЦУКС ГУ МЧС России по Алтайскому краю» // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. – 2022. – Т. 8. – №. 1 (74). – С. 78-86.
7. Бородина Ж. В., Медведева Н. В. О формировании позитивной корпоративной культуры безопасности движения (на примере ОАО «Российские Железные Дороги») // Мониторинг правоприменения. – 2025. – №. 3 (56). – С. 187-195.
8. Полякова С. П., Лебедева Н. А., Лукичева Н. Е. Модели машинного обучения студентов анализу авиационной речи для повышения безопасности полетов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2026. – Т. 31. – №. 2. – С. 325-339.

9. Щербина Н. В. Анализ различий между группами машинистов локомотивных бригад с разной степенью способности к произвольной регуляции их функционального состояния // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2022. – Т. 20. – №. 2. – С. 21-29.
10. Щербина Н. В. Прогнозирование способности к выработке навыка релаксации у машинистов локомотивных бригад // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2022. – Т. 20. – №. 7. – С. 95-101.
11. Андрусов В. Э., Николайкин Н. И. Эволюция оценки влияния человеческого фактора на безопасность деятельности при техническом обслуживании авиатехники // Наука и техника транспорта. – 2024. – №. 1. – С. 113-119.
12. Переверзев И. Г. Человеческий фактор при сопровождении процесса перевозок опасных грузов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – №. 2 (67). – С. 104-107.
13. Zamarreño Suárez M., Arnaldo Valdés R. M., Pérez Moreno F., Delgado-Aguilera Jurado R., López de Frutos P. M., Gómez Comendador V. F. Understanding the research on air traffic controller workload and its implications for safety: A science mapping-based analysis // Safety Science. – 2024. – Vol. 176. – Article 106545. – DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106545.
14. Liu B., Lye S. W., Zakaria Z. B. An integrated framework for eye tracking-assisted task capability recognition of air traffic controllers with machine learning // Advanced Engineering Informatics. – 2024. – Vol. 62, Part C. – Article 102784. – DOI: 10.1016/j.aei.2024.102784.
15. Hui L., Pei Z., Quan S., Ke X., Zhe S. Cognitive Workload Detection of Air Traffic Controllers Based on mRMR and Fewer EEG Channels // Brain Sciences. – 2024. – Vol. 14. – No. 8. – Article 811. – DOI: 10.3390/brainsci14080811.
16. Braseth A. O., Fernandes A. Overview Displays for Nuclear Control Rooms: A Good Practices Study // Human Factors in Software and Systems Engineering. – 2024.

– Vol. 140. – P. 127–134. – DOI: 10.54941/ahfe1005045.

17. Le Blanc K., Kovesdi C., San Miguel C., Spielman Z., Hill R. Evaluation of color in digital nuclear power plant control room displays // *Applied Ergonomics*. – 2025. – Vol. 125. – Article 104429. – DOI: 10.1016/j.apergo.2024.104429.

18. Navia J. A., Ibáñez-Gijón J., Travieso D., Montes A., López de Frutos P. Eye-tracking metrics for estimating workload and characterizing errors in conflict detection and resolution during simulated en route air-traffic control // *Frontiers in Psychology*. – 2025. – Vol. 16. – Article 1644721. – DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1644721.

19. Michailovs S., Howard Z., Pond S., Fitzgerald M., Visser T. A. W., Bell J., Pinniger G., Irons J., Schmitt M., Stoker M., Huf S., Loft S. Sharing imagery and analysis tools in a simulated submarine control room // *Applied Ergonomics*. – 2024. – Vol. 114. – Article 104125. – DOI: 10.1016/j.apergo.2023.104125.

References

1. Bobrova A. A., Yakovleva D. D. Rol' chelovecheskogo faktora v obespechenii bezopasnosti na transporte // *Vestnik nauki*. – 2025. – T. 4. – №. 12 (93). – S. 1111-1117.

2. Kozhakhanova S., Aikumbekov M., Bekzhanova S. Chelovecheskie faktory i upravlenie bezopasnost'yu na zheleznodorozhnom transporte: mezhdunarodnye podkhody i primenimost' v Kazakhstane // *Vestnik KazATK*. – 2025. – T. 141. – №. 6. – S. 41-50.

3. Kononov A. N. Osobennosti professional'nogo stressa rabotnikov transportnoi otrasli // *Chelovecheskii kapital*. – 2023. – №. 11-2 (179). – S. 178.

4. Muldasheva N. A., Karimova L. K., Bakirov A. B., Ryabova Yu. V., Beigul N. A., Zaidullin I. I., Gainullina M. K. Stress na rabochem meste kak faktor riska psikhoemotsional'nykh narushenii u rabotnikov razlichnykh professional'nykh grupp (obzor literatury) // *Medsina truda i ekologiya cheloveka*. – 2025. – №. 4. – S. 43-75.

5. Zibarev E. V., Bukhtiyarov I. V., Kravchenko O. K., Astanin P. A. Razrabotka novoi kontseptsii otsenki napryazhennosti truda pilotov grazhdanskoi aviatsii // *Analiz riska zdorov'yu*. – 2022. – №. 2. – S. 73-87.

6. Biketova T. N. Issledovanie dinamiki rabotosposobnosti dispetcherov dezhurnoi smeny na primere FKU «TsUKS GU MChS Rossii po Altaiskomu krayu» // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Sotsiologiya. Pedagogika. Psikhologiya. – 2022. – T. 8. – №. 1 (74). – S. 78-86.
7. Borodina Zh. V., Medvedeva N. V. O formirovanii pozitivnoi korporativnoi kul'tury bezopasnosti dvizheniya (na primere OAO «Rossiiskie Zheleznnye Dorogi») // Monitoring pravoprimeneniya. – 2025. – №. 3 (56). – S. 187-195.
8. Polyakova S. P., Lebedeva N. A., Lukicheva N. E. Modeli mashinnogo obucheniya studentov analizu aviatsionnoi rechi dlya povysheniya bezopasnosti poletov // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki. – 2026. – T. 31. – №. 2. – S. 325-339.
9. Shcherbina N. V. Analiz razlichii mezhdru gruppami mashinistov lokomotivnykh brigad s raznoi stepen'yu sposobnosti k proizvol'noi regul'yatsii ikh funktsional'nogo sostoyaniya // Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki. – 2022. – T. 20. – №. 2. – S. 21-29.
10. Shcherbina N. V. Prognozirovanie sposobnosti k vyrabotke navyka relaksatsii u mashinistov lokomotivnykh brigad // Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki. – 2022. – T. 20. – №. 7. – S. 95-101.
11. Andrusov V. E., Nikolaikin N. I. Evolyutsiya otsenki vliyaniya chelovecheskogo faktora na bezopasnost' deyatel'nosti pri tekhnicheskoy obsluzhivaniy aviatekhniki // Nauka i tekhnika transporta. – 2024. – №. 1. – S. 113-119.
12. Pereverzev I. G. Chelovecheskii faktor pri soprovozhdenii protsessa perevozok opasnykh gruzov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya. – 2024. – №. 2 (67). – S. 104-107.
13. Zamarreño Suárez M., Arnaldo Valdés R. M., Pérez Moreno F., Delgado-Aguilera Jurado R., López de Frutos P. M., Gómez Comendador V. F. Understanding the research on air traffic controller workload and its implications for safety: A science mapping-based analysis // Safety Science. – 2024. – Vol. 176. – Article 106545. – DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106545.

14. Liu B., Lye S. W., Zakaria Z. B. An integrated framework for eye tracking-assisted task capability recognition of air traffic controllers with machine learning // *Advanced Engineering Informatics*. – 2024. – Vol. 62, Part C. – Article 102784. – DOI: 10.1016/j.aei.2024.102784.
15. Hui L., Pei Z., Quan S., Ke X., Zhe S. Cognitive Workload Detection of Air Traffic Controllers Based on mRMR and Fewer EEG Channels // *Brain Sciences*. – 2024. – Vol. 14. – No. 8. – Article 811. – DOI: 10.3390/brainsci14080811.
16. Braseth A. O., Fernandes A. Overview Displays for Nuclear Control Rooms: A Good Practices Study // *Human Factors in Software and Systems Engineering*. – 2024. – Vol. 140. – P. 127–134. – DOI: 10.54941/ahfe1005045.
17. Le Blanc K., Kovesdi C., San Miguel C., Spielman Z., Hill R. Evaluation of color in digital nuclear power plant control room displays // *Applied Ergonomics*. – 2025. – Vol. 125. – Article 104429. – DOI: 10.1016/j.apergo.2024.104429.
18. Navia J. A., Ibáñez-Gijón J., Travieso D., Montes A., López de Frutos P. Eye-tracking metrics for estimating workload and characterizing errors in conflict detection and resolution during simulated en route air-traffic control // *Frontiers in Psychology*. – 2025. – Vol. 16. – Article 1644721. – DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1644721.
19. Michailovs S., Howard Z., Pond S., Fitzgerald M., Visser T. A. W., Bell J., Pinniger G., Irons J., Schmitt M., Stoker M., Huf S., Loft S. Sharing imagery and analysis tools in a simulated submarine control room // *Applied Ergonomics*. – 2024. – Vol. 114. – Article 104125. – DOI: 10.1016/j.apergo.2023.104125.

Статья поступила в редакцию 24.02.2026; одобрена после рецензирования 07.04.2026; принята к публикации 05.10.2026.

The article was submitted 24.02.2026; approved after reviewing 07.04.2026; accepted for publication 05.10.2026.