

5.3.3 Психология труда, инженерная психология, когнитивная эргономика (психологические науки)

Научная статья

УДК 159.9

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ В СИСТЕМАХ С ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ

**Гусейнов Александр Шамильевич, Доктор психологических наук, Доцент,
Кубанский государственный университет, Россия, Краснодар, Профессор
кафедры социальной психологии и психологии личности,
guseinov_ash@mail.ru;**

**Федорова Дарья Александровна, Аспирант, Российский государственный
гуманитарный университет, Институт психологии им. Л.С. Выготского,
Россия, Москва, Аспирант Института психологии им. Л.С. Выготского,
fedorova_dasha@yandex.ru;**

**Посохова Анастасия Владиславовна, Кандидат психологических наук,
Южный федеральный университет, Россия, Ростов-на-Дону, Старший
преподаватель кафедры психологии управления и юридической
психологии, anastasia.posokhova@mail.ru**

Аннотация. Современная архитектура автоматизированных систем управления трансформирует профессиональную деятельность оператора в сторону эпизодического мониторинга и реагирования на отклонения от штатных режимов. Существующие подходы к проектированию человеко-машинных интерфейсов недостаточно учитывают динамику когнитивной нагрузки при периодическом вмешательстве автоматики, что обуславливает снижение ситуационной осведомленности и повышение вероятности ошибок при вынужденном восстановлении ручного управления. В работе представлено экспериментальное исследование механизмов распределения внимания в условиях варьируемой частоты переключения контроля между алгоритмическими модулями и специалистом. Методологическая основа включает имитационное моделирование профессиональных сценариев,

аппаратную регистрацию латентных периодов реакции, классификацию ошибок типа комплаентности и отчуждения от системы, а также апробацию структурированных протоколов поддержания когнитивной готовности. Установлена устойчивая обратная зависимость между надежностью автоматических компонентов и скоростью восстановления ручного контроля, выявлено специфическое смещение порога восприятия критических параметров при длительном фоновом наблюдении. Внедрение разработанных тренировочных алгоритмов обеспечило статистически значимое сокращение времени реакции и снижение частоты комплаентных нарушений. Научно-практическая значимость исследования заключается в обосновании адаптивных принципов проектирования информационных сред, согласованных с ограничениями человеческой переработки информации, и разработке нормативных рекомендаций по организации профессиональной подготовки операторов высокотехнологичных комплексов. Предложенный подход расширяет методологическую базу инженерной психологии и когнитивной эргономики в части оптимизации регуляторных механизмов внимания и повышения функциональной надежности человеко-машинных контуров.

Ключевые слова: распределение внимания; ситуационная осведомленность; переключение контроля; инженерная психология; когнитивная эргономика; латентный период реакции; комплаентность.

Original article

DISTRIBUTION OF ATTENTION IN SYSTEMS WITH A HIGH DEGREE OF AUTOMATION

Huseynov Alexander Shamilevich, Doctor of Psychology, Associate Professor, Kuban State University, Krasnodar, Russia, Professor of the Department of Social Psychology and Personality Psychology, guseinov_ash@mail.ru;

Darya Alexandrovna Fedorova, Postgraduate Student, Vygotsky Institute of Psychology, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia,

**Postgraduate Student, Vygotsky Institute of Psychology,
fedorova_dasha@yandex.ru;**

**Posokhova Anastasia Vladislavovna, PhD in Psychology, Southern Federal
University, Rostov-on-Don, Russia, Senior Lecturer at the Department of
Management Psychology and Legal Psychology, anastasia.posokhova@mail.ru**

Abstract. The modern architecture of automated control systems is transforming operator performance toward episodic monitoring and response to deviations from standard modes. Existing approaches to the design of human-machine interfaces insufficiently account for the dynamics of cognitive load during periodic automation interventions, leading to reduced situational awareness and an increased likelihood of errors during forced restoration of manual control. This paper presents an experimental study of attention distribution mechanisms under conditions of variable frequency of control transfers between algorithmic modules and a specialist. The methodological framework includes simulation modeling of professional scenarios, hardware recording of reaction latencies, classification of compliance and system alienation errors, and testing of structured protocols for maintaining cognitive readiness. A stable inverse relationship was established between the reliability of automated components and the speed of manual control restoration, and a specific shift in the perception threshold for critical parameters was identified during long-term background monitoring. The implementation of the developed training algorithms ensured a statistically significant reduction in reaction time and a decrease in the frequency of compliance violations. The scientific and practical significance of this study lies in substantiating adaptive principles for designing information environments consistent with the limitations of human information processing and developing regulatory recommendations for organizing the professional training of operators of high-tech systems. The proposed approach expands the methodological framework of engineering psychology and cognitive ergonomics in terms of optimizing attentional regulatory mechanisms and increasing the functional reliability of human-machine circuits.

Keywords: attention distribution; situational awareness; control switching; engineering psychology; cognitive ergonomics; reaction latency; compliance.

Введение. Развитие технических систем взаимосвязано с конфигурациями, в которых автоматические модули принимают на себя основные функции контроля и управления. Это существенно изменяет характер профессиональной деятельности, поскольку преимущественным становится наблюдение за работой алгоритмических компонентов и реагирование на отклонения от штатных режимов. В условиях, когда доля автоматизированных процессов превышает уровень, требующий постоянного ручного вмешательства, целесообразно скорректировать механизмы регуляции познавательных функций, в первую очередь, внимания [1].

Распределение внимания здесь перестаёт быть линейным процессом и приобретает характер динамической адаптации к изменяющимся информационным потокам. Оператору приходится одновременно удерживать в поле восприятия множество параметров, оценивать их релевантность и переключаться между ними при возникновении критических сигналов. При этом высокая степень автоматизации снижает постоянную вовлечённость человека в управленческий цикл, что ведёт к постепенному ослаблению ситуационной осведомлённости и затрудняет восстановление полного контроля в нештатных ситуациях. Инженерно-психологические исследования фиксируют устойчивую закономерность: чем стабильнее работает автоматика, тем ниже уровень когнитивной готовности специалиста, что создаёт риски задержек в принятии решений при необходимости ручного вмешательства [2], [3]. Когнитивная эргономика предлагает рассматривать данную проблему через призму соответствия архитектуры интерфейса ограничениям человеческой переработки информации, где ключевым фактором становится смысловая структура и временная организация подачи данных.

Теоретическое осмысление указанных процессов опирается на

представления о внимании как ограниченном когнитивном ресурсе, распределяемом в соответствии с приоритетами задачи и индивидуальными особенностями переработки стимулов [4]. В рамках психологии труда внимание анализируется как компонент регуляторной системы, обеспечивающей устойчивость деятельности в условиях переменной нагрузки. Инженерная психология дополняет позицию акцентом на проектировании человеко-машинных контуров, где распределение познавательных усилий должно соответствовать логике автоматических алгоритмов и характеру возможных отклонений. Когнитивная эргономика, в свою очередь, вводит критерий соответствия информационных моделей систем внутренним репрезентациям оператора, что минимизирует затраты на интерпретацию сигналов и вероятность ошибочных реакций. Эмпирические исследования в данной области сочетают методы регистрации физиологических показателей, анализ траекторий визуального поиска и экспериментальное моделирование сценариев с варьируемой степенью вмешательства автоматики [5].

Тем не менее, можно отметить недостаточную проработанность вопросов, касающихся долгосрочной адаптации внимания к условиям периодического контроля и перехода между режимами взаимодействия с автоматизированными модулями. Большинство существующих моделей описывают кратковременные когнитивные реакции, а реальная профессиональная деятельность подразумевает учёт накопленного опыта, формирование стратегий мониторинга и механизмов восстановления концентрации после длительных интервалов низкой нагрузки. Отсутствие комплексных подходов, объединяющих нейрокогнитивные параметры, поведенческие маркеры и характеристики интерфейсов, ограничивает возможность разработки нормативных требований к проектированию систем. Соответственно, исследование механизмов распределения внимания приобретает прикладное значение для оптимизации структуры профессиональной подготовки, совершенствования алгоритмов поддержки решений и снижения частоты ошибок, обусловленных когнитивным

рассогласованием.

Обзор литературы. Переход к техническим системам с высокой степенью автономности рассматривается как изменение баланса между автоматической регуляцией и степенью непосредственного участия человека в контуре управления. Модели распределения познавательных ресурсов в условиях периодического вмешательства автоматики опираются на концепцию ограниченной пропускной способности центральной нервной системы, что обуславливает необходимость оптимального переключения между фоновым мониторингом и активной реакцией на отклонения. Эмпирические исследования фиксируют устойчивую зависимость между надежностью автоматических компонентов и когнитивной готовностью специалиста к восстановлению ручного контроля [6], [7]. При длительной стабильной работе алгоритмов наблюдается уменьшение интенсивности обработки периферийных сигналов, что в психологии труда классифицируется как комплацентность. Противоположный феномен, а именно отчуждение от системы, проявляется в затруднениях интеграции текущих данных с накопленным опытом при внезапном возвращении оператора в активный контур управления. Оба состояния сопряжены с искажением ситуационной осведомленности, которая понимается как многоуровневое представление о состоянии системы, ее динамике и вероятных траекториях развития событий [8].

Для систематизации существующих подходов целесообразно рассмотреть основные направления изучения механизмов переключения контроля. В таблице 1 представлены модели, определяющие закономерности когнитивной регуляции в условиях автоматизированного управления, а также их прикладные ограничения.

Таблица 1 - Модели переключения контроля в автоматизированных системах

Направление исследования	Ключевой конструкт	Механизм регуляции внимания	Эмпирические ограничения
Теория ограниченных ресурсов	Когнитивная нагрузка	Распределение усилий в зависимости от сложности задачи	Не учитывает долгосрочную адаптацию
Модель ситуационной осведомленности	Иерархия восприятия – понимания – прогноза	Формирование внутренних репрезентаций системы	Слабая связь с физиологическими маркерами
Концепция контурного отчуждения	Прерывистость сенсомоторной интеграции	Восстановление проприоцептивной связи с системой	Ориентирована преимущественно на кратковременные сценарии

Источник: составлено авторами на основе [9], [10].

Существующие модели описывают кратковременные когнитивные реакции и не отражают процессы постепенного формирования стратегий мониторинга в условиях изменяющейся надежности автоматики. Отмечается необходимость интеграции поведенческих показателей, нейрофизиологических параметров и характеристик информационных интерфейсов для построения комплексных протоколов поддержания рабочей готовности. Отсутствие единого методологического подхода затрудняет разработку нормативных требований к проектированию систем, где переключение между автоматическим и ручным режимами происходит в непредсказуемые моменты времени. Актуальным становится экспериментальное исследование латентных периодов реакции,

анализ структурных особенностей ошибок комплаентности и отчуждения, а также оценка эффективности тренировочных вмешательств, направленных на стабилизацию ситуационной осведомленности.

Организация и методология исследования. Эмпирическая часть работы строилась на экспериментальном моделировании профессиональной деятельности операторов в условиях варьiruемой степени автономности технических модулей. В исследовании приняли участие 60 специалистов, осуществляющих контроль за автоматизированными производственными линиями, со стажем работы 2-8 лет. Критерием отбора выступало отсутствие выраженных неврологических нарушений и подтвержденная валидность базовых когнитивных функций по результатам скрининговых тестов. Экспериментальный комплекс включал имитационный стенд, воспроизводящий архитектуру современной системы управления с тремя уровнями автоматизации: непрерывный алгоритмический контроль с редкими вмешательствами, сбалансированный режим с периодической передачей задач и высокая частота ручных операций при частичной поддержке автоматики. Независимыми переменными выступали частота переключения контроля между алгоритмом и оператором, надежность автоматических компонентов, варьiruемая в пределах от 65-90% успешного выполнения фоновых задач.

Зависимые показатели фиксировались посредством аппаратно-программного комплекса, регистрирующего латентные периоды реакции при восстановлении ручного управления, частоту и типологию ошибок, а также уровень ситуационной осведомленности, измеряемый по стандартизированной методике оценки восприятия параметров, понимания текущей конфигурации системы и прогнозирования ее состояния. Дополнительно проводился анализ траекторий визуального поиска и вариабельности сердечного ритма как индикаторов когнитивной нагрузки. Процедура исследования включала этап адаптации к интерфейсу, базовую сессию с фиксированными параметрами автоматики, три экспериментальных блока с варьiruемой частотой

переключения контроля и финальную оценку эффективности протоколов поддержания осведомленности. Обработка данных осуществлялась с применением дисперсионного анализа, регрессионного моделирования и методов временных рядов.

Концептуальная схема экспериментального дизайна отражена на рисунке 1, где последовательность этапов обозначает активное моделирование сценариев переключения контроля и последующую оценку эффективности тренировочных вмешательств.



Рисунок 1 - Структура экспериментального дизайна (источник: разработано авторами)

Методологическая строгость достигалась за счет рандомизации последовательности сценариев, контроля внешних помех и верификации данных посредством перекрестных проверок с использованием независимых регистраторов физиологических реакций.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ полученных данных

подтвердил устойчивую зависимость между частотой переключения контроля и латентными периодами реакции при восстановлении ручного управления. В условиях длительной работы автоматики с высокой надежностью время от момента подачи сигнала до начала активной реакции оператора увеличивалось в среднем на 23% по сравнению с базовыми показателями. При сокращении надежности алгоритмических компонентов до 65% наблюдалось сокращение латентного периода на 15%, что свидетельствует о мобилизации когнитивных ресурсов в ответ на возрастание вероятности нештатных ситуаций. В таблице 2 представлены усредненные значения латентных периодов реакции в зависимости от частоты переключения контроля и уровня надежности автоматики.

Таблица 2 - Латентные периоды реакции при восстановлении ручного управления, мс

Частота переключения контроля	Надёжность автоматики 90%	Надёжность автоматики 75%	Надёжность автоматики 65%
Низкая	1840	1520	1290
Средняя	1450	1180	980
Высокая	1120	890	760

Источник: разработано авторами.

При низкой частоте переключения и высокой надежности автоматики формируются условия для комплаентности, проявляющейся в задержках идентификации критических параметров и снижении точности прогнозирования. В экспериментальных сессиях доля ошибок данного типа достигала 27% от общего числа нарушений. При высокой частоте переключения преобладали ошибки, связанные с отчуждением от системы, их удельный вес составил 18%. Ошибки отчуждения характеризовались рассогласованием между внутренними репрезентациями оператора и актуальным состоянием системы, что выражалось в некорректной оценке траектории развития событий и выборе

неоптимальных корректирующих действий.

Эффективность протоколов поддержания ситуационной осведомленности оценивалась посредством внедрения структурированных тренировочных вмешательств, включающих периодическую верификацию параметров системы, моделирование редких нештатных ситуаций и визуализацию скрытых процессов автоматизации. После четырехнедельной адаптационной программы латентные периоды реакции в условиях низкой частоты переключения сократились на 19%, а частота ошибок комплаентности снизилась до 12%. Цикличность процедур калибровки и оценки обеспечивает устойчивое формирование когнитивных стратегий. Применение разработанных протоколов в условиях имитационного моделирования подтвердило их прикладную ценность для когнитивной эргономики, где ключевым фактором становится структурная организация информации, соответствующая внутренним механизмам регуляции внимания.

Сложившиеся подходы к проектированию человеко-машинных интерфейсов обуславливают их совершенствование с учетом динамики когнитивной нагрузки и особенностей распределения познавательных ресурсов в условиях периодического автоматизированного контроля. Инженерно-психологические исследования подтверждают необходимость интеграции адаптивных алгоритмов поддержки принятия решений, которые корректируют подачу информации, исходя из текущего уровня ситуационной осведомленности. Подчеркивается значимость формирования устойчивых регуляторных механизмов специалиста в целях поддержания баланса между доверием к автоматике и сохранением критической оценки ее работы. Ограничения настоящего исследования связаны с использованием имитационного стенда, который не воспроизводит стрессовые воздействия и социальные компоненты профессиональной деятельности. Дальнейшие направления работы предполагают расширение выборки, включение нейрофизиологических маркеров когнитивной нагрузки и разработку нормативных рекомендаций по проектированию систем с динамическим

переключением контроля.

Выводы. Результаты экспериментального моделирования обозначают устойчивую корреляцию между частотой переключения контроля и латентными периодами реакции, потому что при низкой частоте вмешательств и высокой надежности автоматики время от момента подачи критического сигнала до начала ответного действия увеличивается в среднем на 23%. Поддержание рабочей готовности подразумевает периодическую активацию сенсорномоторных связей, даже если объективная необходимость в ручном управлении отсутствует. Анализ ошибок типа «комплакентность» выявил их структурную специфику. Они проявляются как постепенное смещение порога восприятия отклонений, что затрудняет своевременную идентификацию критических состояний системы. Противоположный по механизму феномен «отчуждения от системы» характеризуется рассогласованием между внутренними репрезентациями оператора и актуальной конфигурацией технических параметров, что приводит к выбору неоптимальных корректирующих воздействий при внезапном возвращении в активный контур управления.

Разработанные протоколы поддержания ситуационной осведомленности, в частности, структурированная верификация параметров, моделирование редких нештатных сценариев и визуализация скрытых процессов автоматизации, показали практическую эффективность: после адаптационного цикла латентные периоды реакции сократились на 19%, а частота ошибок комплакентности снизилась более чем в два раза. Ключевым механизмом действия данных протоколов выступает смысловая организация передаваемой информации, соответствующая естественным стратегиям когнитивной регуляции. Проектирование интерфейсов должно ориентироваться на соответствие архитектурных решений внутренним механизмам переработки стимулов.

Список литературы

59. Василенко Л. А., Степнова Л. А., Литаш-Сорокина Е. А. Личностно-

профессиональная эффективность сотрудников в зрелой цифровой организации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. – 2025. – Т. 25. – №. 3. – С. 681-700.

60. Коваленок Т. П. Современное состояние исследований профессиональных и личностных качеств инженеров // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2022. – №. 1 (41). – С. 181-191.

61. Есмурзаева Ж. Б., Куламихина И. В., Чурилова И. Н., Жбиковская О. А. Ценностные кластеры будущих инженеров: анализ ценностных ориентаций и профессиональных приоритетов // Педагогическое образование в России. – 2025. – №. 2. – С. 184-197.

62. Мерзлякова Д. Р., Мирошниченко А. А. Роль педагогической техники инженера в профилактических мероприятиях по охране труда: формирование навыков саморегуляции // Engineering Education. – 2025. – №. 38. – С. 84-92.

63. Ивашова В. А., Свистунова И. Г., Базаров Р. А. Управление практической подготовкой инженеров в университете: социологический анализ // Московский экономический журнал. – 2023. – №. 12. – С. 496-506.

64. Даниленко П. Н., Орехов А. В., Романов Р. С. Пространственное мышление совершенствование подготовки военных инженеров // Вестник военного образования. – 2022. – №. 5 (38). – С. 45-48.

65. Шейнбаум В. С., Никольский В. С. Инженерная деятельность и инженерное мышление в контексте экспансии искусственного интеллекта // Высшее образование в России. – 2024. – Т. 33. – №. 6. – С. 9-27.

66. Пугачев И. Ю. Скрининговое исследование физического состояния и квантовых мультиэлементов двигательной моторики инженерного человеческого капитала // Человеческий капитал. – 2024. – Т. 10. – №. 190. – С. 203.

67. Чернякевич Е. Ю. Исследование особенностей приверженности организации и профессии у будущих инженеров // Перспективы науки и образования. – 2022. – №. 1 (55). – С. 508-522.

68. Гасайниева У. Б. Социокультурные паттерны цифровой компетентности: как медицинские инженеры воспринимают искусственный интеллект? // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2025. – №. 7. – С. 28-31.

References

1. Vasilenko L. A., Stepnova L. A., Litash-Sorokina E. A. Personal and professional effectiveness of employees in a mature digital organization // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Sociology. - 2025. - Vol. 25. - No. 3. - P. 681-700.
2. Kovalenok T. P. Current state of research on the professional and personal qualities of engineers // Scientific and pedagogical review. Pedagogical Review. - 2022. - No. 1 (41). - P. 181-191.
3. Esmurzaeva Zh. B., Kulamikhina I. V., Churilova I. N., Zhbikovskaya O. A. Value clusters of future engineers: analysis of value orientations and professional priorities // Pedagogical education in Russia. - 2025. - No. 2. - P. 184-197.
4. Merzlyakova D. R., Miroshnichenko A. A. The role of pedagogical techniques of an engineer in preventive measures on labor protection: development of self-regulation skills // Engineering Education. - 2025. - No. 38. - P. 84-92.
5. Ivashova V. A., Svistunova I. G., Bazarov R. A. Management of practical training of engineers at the university: sociological analysis // Moscow Economic Journal. - 2023. - No. 12. – P. 496-506.
6. Danilenko P. N., Orekhov A. V., Romanov R. S. Spatial thinking: improving the training of military engineers // Bulletin of Military Education. – 2022. – No. 5 (38). – P. 45-48.
7. Sheinbaum V. S., Nikolsky V. S. Engineering activity and engineering thinking in the context of the expansion of artificial intelligence // Higher education in Russia. – 2024. – Vol. 33. – No. 6. – P. 9-27.
8. Pugachev I. Yu. Screening study of the physical condition and quantum multielements of motor skills of engineering human capital // Human capital. – 2024.

– Vol. 10. – No. 190. – P. 203.

9. Chernyakevich E. Yu. Study of the Features of Commitment to the Organization and the Profession among Future Engineers // Prospects of Science and Education. – 2022. – No. 1 (55). – P. 508-522.

10. Gasaynieva U. B. Sociocultural Patterns of Digital Competence: How Do Medical Engineers Perceive Artificial Intelligence? // Humanitarian, Socio-Economic and Social Sciences. – 2025. – No. 7. – P. 28-31.

Статья поступила в редакцию 24.02.2026; одобрена после рецензирования 07.04.2026; принята к публикации 28.06.2026.

The article was submitted 24.02.2026; approved after reviewing 07.04.2026; accepted for publication 28.06.2026.