

N. A. Nazarenko

Saint Petersburg Electrotechnical University

METHODOLOGY FOR EVALUATION OF SUBJECTIVE SATISFACTION OF OPERATORS BY USER INTERFACE OF THE SOFTWARE OF ACS

A technique for assessing the subjective satisfaction of operators with the user interface of the software for automated control systems (ACS) is proposed. A model of indicators affecting operator satisfaction is presented. The model is presented both graphically and using tuples. All stages of work related to the formation of a representative group for testing, preparation and testing, as well as processing of the results are considered in detail. The dependences of the average group error and the proportion of problems found on the number of experts are analyzed and recommendations are given on the formation of a representative sample, interviewing operators and conducting usability testing. Formulas for processing research results and calculating satisfaction ratings are presented. The proposed model and methodology represent a methodological basis for creating a system of information support for developers of ACS, ACS, ACS and complexes for various purposes.

Automated control systems, operator subjective satisfaction, usability testing, experts, usability, user interface, software

УДК. 007.51:681.5

Н. А. Назаренко, П. И. Падерно

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Методика эргономической экспертизы автоматизированных систем управления

Предложена методика эргономической экспертизы (ЭЭ) автоматизированных систем управления (АСУ). Проведен анализ основных задач, возникающих при ее подготовке и проведении. Проанализированы основные этапы, а также виды работ, выполняемых на каждом из них. Представлены исполнители всех этапов эргономической экспертизы и описана особенность их деятельности. Даны обоснованные рекомендации по формированию рабочей и экспертной групп. Детально проанализированы все представленные работы и комплекс возникающих при этом различных задач. Рассмотрено решение задач, связанных с уточнением модели эргономического качества АСУ, а также с оценкой относительной значимости эргономических параметров. Проведен анализ основных задач, решение которых служит основой для разработки программы и методик ЭЭ, направленной на оценку эргономического качества АСУ на различных этапах ее разработки. Предложенный подход, методика и комплекс полученных результатов представляют собой методологический базис для создания системы информационной поддержки разработчиков АСУ, АСУТП, АСУП и комплексов различного назначения.

Автоматизированные системы управления, эргономическая экспертиза, этапы проведения, рабочая группа, эксперты, квалификация, формирование экспертной группы, программа и методики эргономической экспертизы, эргономическое качество, уровень эргономичности

Одним из важных этапов эргономического обеспечения разработки автоматизированных систем управления (АСУ) является эргономическая экспертиза (ЭЭ) – довольно сложное мероприятие, целью которого служит, с одной стороны,

контроль правильности выполнения работ по эргономическому обеспечению на всех стадиях создания АСУ [1], а с другой стороны, – определение эргономического качества готового изделия (системы). Результат проведения ЭЭ представляет собой

оценку степени взаимной согласованности «человеческих» и «технических» звеньев АСУ.

Таким образом, к основным задачам ЭЭ при разработке АСУ относятся:

1. Анализ установленных эргономических требований и их влияния на эффективность АСУ.

2. Контроль и оценка полноты и правильности реализации эргономических требований, установленных в техническом задании на разработку АСУ и других нормативных документах.

3. Оценка эргономических свойств (характеристик) АСУ.

4. Разработка рекомендаций по совершенствованию эргономических свойств (характеристик) АСУ.

Несмотря на то, что нормативные документы (стандарты и др.) по эргономическому обеспечению регламентируют проведение ЭЭ на всех стадиях создания АСУ [1], на ранних этапах проведение полномасштабной ЭЭ, досконально проверяющей все подряд, нецелесообразно, а в большинстве случаев и невозможно ввиду отсутствия макетов и прототипов. Вследствие этого на различных этапах разработки АСУ предлагается использовать один из двух видов ЭЭ:

1. Усеченную.
2. Полную.

Усеченная ЭЭ предназначена для решения следующих задач:

1. Контроль выполнения отдельных эргономических требований на конкретном этапе разработки.

2. Выбор оптимального варианта технического решения.

3. Выработка рекомендаций по улучшению эргономических свойств разрабатываемой АСУ.

Проведение «усеченной» ЭЭ на ранних стадиях проектирования, прежде всего, позволяет заранее отсеять варианты проектов, недостаточно соответствующие условиям эффективного и комфортного использования АСУ по ее прямому назначению.

«Полная» ЭЭ, в свою очередь, определяет уровень эргономичности АСУ.

Несмотря на то, что в общем виде этот процесс достаточно хорошо отработан [1]–[7], в процессе проведения конкретных ЭЭ АСУ все же достаточно проблемных зон и при ее проведении возникают различные частные задачи, зависящие:

- от специфических особенностей конкретной АСУ;
- наличия ресурсного обеспечения;
- возможностей подбора экспертов и других факторов.

В табл. 1 приведены основные этапы ЭЭ, виды выполняемых работ (в идеале) и их исполнители.

Формирование экспертной группы (работа 1.3) по виду представляется чисто организационным, однако его результаты значительно влияют как на нормальное протекание самого процесса ЭЭ, так и на корректность и объективность получаемых результатов. При этом необходимо заметить, что неудачный подбор экспертов для участия в ЭЭ может поставить под угрозу не только ее невыполнение в рамках отведенного времени и других ограниченных ресурсов, но и ее невыполнение в целом из-за противоречий, возникших

Таблица 1

Этап	Виды работ	Исполнитель
1. Подготовка	1.1 Определение целей и задач ЭЭ	Рабочая группа
	1.2 Формирование рабочей группы	
	1.3 Формирование экспертной группы	
	1.4. Уточнение модели эргономического качества АСУ	Рабочая и экспертная группы
	1.5. Оценка относительной значимости эргономических параметров	
	1.6. Разработка программы и методик ЭЭ	
2. Проведение экспертизы и расчет уровня эргономичности АСУ	2.1. Разделение параметров на группы объективно- и субъективно-оцениваемых	Рабочая группа
	2.2. Измерение объективных параметров	Экспертная группа.
	2.3. Экспертная оценка субъективных параметров	
	2.4. Оценка соответствия параметров эргономическим требованиям и нормам	Организацию обеспечивает рабочая группа
	2.5. Расчет уровня эргономичности АСУ	Рабочая группа
3. Анализ результатов и выработка рекомендаций	3.1. Ранжирование найденных недостатков	Рабочая группа
	3.2. Анализ выявленных эргономических недостатков	Рабочая группа
	3.3. Выработка рекомендаций по устранению выявленных недостатков и улучшению эргономического качества АСУ	Рабочая и экспертная группы. Организацию обеспечивает рабочая группа
	3.4. Оформление акта ЭЭ	Рабочая группа

между членами экспертной группы. Результаты выполнения данной работы могут существенно повлиять на содержание методик ЭЭ, так как при ее выполнении следует четко представлять, будут ли при обработке результатов учитываться такие показатели, как компетентность (важность мнений), объективность и неаффилированность эксперта, степень заинтересованности эксперта в участии в данной ЭЭ и др. [7], [8].

Каждая из перечисленных в табл. 1 работ выполняется экспертной комиссией, состоящей из рабочей и экспертной групп. При этом рабочая группа выполняет наиболее важную часть работ: обеспечивает подготовку, организацию и проведение ЭЭ. Непосредственно от нее зависит, насколько качественными будут результаты. На практике очень часто возникает ситуация, когда рабочая группа навязывает экспертам «правила игры», с которыми они не полностью согласны и считают необходимым их скорректировать, что обуславливает необходимость обеспечения итеративного проведения многих этапов ЭЭ. На экспертную группу падают в основном корректировочные и оценочные операции, оказывающие большое влияние на конечный результат ЭЭ АСУ.

Проведем подробный анализ данных этапов.

Подготовка экспертизы. Как видно из табл. 1, на данном этапе определяются цели и задачи ЭЭ; формируется рабочая группа; разрабатываются программа и методика ЭЭ и формируется экспертная группа.

Определение целей и задач ЭЭ. Перед началом каждой ЭЭ необходимо сформировать ее цель и задачи, которые определяют формат и объем проводимой экспертизы. На последующих этапах задачи проводимой ЭЭ могут быть скорректированы рабочей группой.

Как уже отмечалось, целью ЭЭ может быть либо контроль эргономического качества, либо оценка уровня эргономичности АСУ в целом или ее отдельных подсистем (видов обеспечения). В зависимости от выбранной цели определяются конкретные задачи проводимой ЭЭ.

Формирование рабочей группы. Общая организация и координация работ по подготовке и проведению ЭЭ выполняется членами рабочей группы. При этом решаются совершенно различные задачи: организационные, методические и практические.

Организационные задачи включают: подготовку необходимой распорядительной документации, подбор и оценку квалификации экспертов,

организацию обсуждений, обеспечение оперативного взаимодействия всех заинтересованных лиц.

Методические аспекты ЭЭ должны обеспечиваться корректным решением задач определения исследуемых показателей (уточнение модели эргономического качества АСУ), выбором методов свертки и получения интегральных оценок с учетом особенностей экспертов.

К практическим задачам, выполняемым рабочей группой, относятся задачи измерения объективных эргономических параметров, грамотного составления анкет, проведения анкетирования, обработка и интерпретация результатов и оформление необходимой отчетной документации.

Необходимо отметить, что обеспечение взаимодействия между рабочей и экспертной группами на каждом этапе решения задач ЭЭ имеет первоочередное значение и в значительной степени зависит от состава этих групп.

Деятельность специалистов рабочей группы одновременно и разноплановая, и комплексная, что может быть достигнуто лишь за счет рационального определения структуры и состава рабочей группы, высокой квалификации ее членов и их достаточно большого опыта в совместном проведении эргономических экспертиз.

Рекомендации для формирования рабочей группы:

1. Члены рабочей группы должны выбираться из квалифицированных эргономистов, которые принимали участие в эргономическом обеспечении исследуемой АСУ.

2. Члены рабочей группы должны обладать навыками постановки натуральных экспериментов, проведения опроса экспертов, а также высокими аналитическими способностями.

3. Члены рабочей группы, проводящие опросы экспертов, должны обладать высокой стрессоустойчивостью.

4. В случаях проведения экспертизы для сложных многофункциональных систем количество членов рабочей группы определяется из соотношения: 1 человек на 5–7 привлекаемых к экспертизе экспертов.

5. В рабочую группу необходимо включать специалиста, представляющего организацию разработчика и/или заказчика и имеющего опыт работы по созданию и/или эксплуатации изделия.

Формирование экспертной группы. Одной из важных задач рабочей группы служит формирование экспертной группы и обеспечение ее эф-

фективной работы. Эффективность работы экспертной группы обеспечивается в том числе четким объяснением экспертам всех особенностей и ограничений используемых математических моделей, а также обоснованностью имеющихся исходных данных и источников их получения и выполнением правил организации опроса экспертов.

Формирование экспертной группы заключается в определении ее структуры, профессионального состава, количества экспертов и в отборе высококвалифицированных экспертов [5], [9], [10].

Необходимо отметить, что на разных этапах проведения ЭЭ, а также на разных стадиях разработки АСУ в качестве экспертов могут привлекаться разные люди. Таким образом, список экспертов составляется для каждой группы решаемых задач с учетом их квалификации, компетентности и объективности в каждом вопросе.

Для получения более объективных высококачественных результатов целесообразно привлекать экспертов следующих групп:

1. Эргономисты или специалисты в области инженерной психологии, проектирования интерфейсов или представления информации.
2. Будущие пользователи разрабатываемой системы.
3. Опытные пользователи данной или аналогичных АСУ.
4. Разработчики.

На сегодняшний день из четвертой группы к ЭЭ в качестве экспертов привлекаются либо сотрудники, имеющие опыт работы с исследуемой системой, либо разработчики некоторых ее частей. Они подразделяются на следующие три категории:

1. Специалисты, которые понимают полезность ЭЭ АСУ и охотно участвуют в ней, – как следствие, результаты логичны и последовательны.
2. Специалисты, которые понимают полезность ЭЭ АСУ, но участвуют по принуждению, – зачастую результаты получаются достаточно противоречивыми.
3. Специалисты, которые не видят пользы в ЭЭ АСУ и участвуют только по принуждению, вследствие чего результаты необъективны и противоречивы.

Поскольку от результатов ЭЭ зависит эффективность функционирования АСУ, то необходима стимуляция привлекаемых специалистов и объяснение важности их работы.

Рекомендации по формированию экспертной группы:

1. Если АСУ представляет собой многоцелевую систему, то целесообразно деление экспертной группы на подгруппы, где каждая подгруппа будет отвечать за оценку эргономических показателей из своей предметной (профессиональной) области. При этом профессиональный состав специалистов, входящих в экспертную группу, должен обеспечить всесторонний анализ оцениваемой АСУ.

2. Количество экспертов, входящих в экспертную группу, определяется сложностью оцениваемой АСУ и требуемой точностью результатов экспертизы. Таким образом, на начальных этапах разработки экспертная группа может быть немногочисленной в 2–3 человека, а на заключительных – 7–12 человек.

3. При отборе экспертов необходимо учитывать как их квалификацию и вовлеченность, так и их возможную предвзятость (необъективность, аффилированность и др.).

4. На начальных этапах разработки при проведении ЭЭ в усеченном виде компетентность экспертов можно не учитывать при математической обработке результатов опроса. На заключительных стадиях разработки или при проведении ЭЭ существующей АСУ, компетентность каждого эксперта должна быть выше 0.85, а для АСУ повышенной ответственности – выше 0.9.

Уточнение модели эргономического качества АСУ. Рабочая группа на основании технического задания, конструкторской и программной документации, нормативно-технической документации (НТД) и здравого смысла уточняет набор параметров, влияющих на эргономическое качество исследуемой системы. За основу принимается модель эргономического качества АСУ, описанная в [11]. Уточненная модель может быть согласована с экспертной группой.

Оценка относительной значимости эргономических параметров. На основании уточненной модели эргономического качества, разработанной на предыдущем этапе, необходимо оценить значимость каждого параметра в общей модели. Это позволит в дальнейшем проранжировать найденные недостатки по важности их влияния на эффективность функционирования АСУ.

Для получения мнений экспертов о значимости того или иного эргономического параметра, входящего в модель качества исследуемой АСУ, для последующего формирования матрицы коэффициентов значимости необходимо разработать анкету-опросник, содержащую в себе следующие блоки:

1. Описание способа присвоения экспертом значимости эргономическим параметрам.

2. Модель эргономического качества АСУ.

3. Описание оцениваемых параметров.

Замечание: при опросе экспертов обмен информацией между ними недопустим, что позволит избежать влияния репутации известных экспертов на мнение отдельного эксперта.

Для получения исходных данных от экспертов необходимо использовать один из трех способов:

1. Вычисление степени превосходства одних критериев над другими.

2. Вычисление значимости отдельных критериев, измеренных по общей для всех критериев шкале «значимости».

3. Метод парных сравнений.

Выбор одного из способов зависит от имеющегося времени на проведение опроса экспертов и квалификации экспертов в области математики.

Замечания:

1. Первый и второй способы получения исходных данных достаточно просты и понятны экспертам и не требуют больших временных затрат на получение оценок. К тому же, как показывает практика, оценки, полученные от экспертов таким путем, практически совпадают с оценками, полученными при правильном использовании метода парных сравнений, который чаще всего используется при получении исходных данных для метода Саати.

2. Для правильного применения метода парных сравнений необходимо больше времени и усилий для работы с экспертами, но это гарантирует наибольшую точность полученных результатов и согласованность мнений экспертов.

Разработка программы и методик ЭЭ. На основе целей и задач ЭЭ и уточненной модели качества АСУ рабочей группой разрабатываются программа и методики ЭЭ, содержащие следующую информацию:

1. Описание объекта ЭЭ.
2. Цель проведения ЭЭ.
3. Общие положения ЭЭ.

4. Объем ЭЭ.

5. Условия и порядок проведения проверок ЭЭ.

6. Оцениваемые показатели и расчетные соотношения.

7. Обработка, анализ и оценка результатов ЭЭ.

8. Отчетность ЭЭ.

9. Методики оценки эргономических показателей.

10. Приложения (при необходимости).

Рекомендации по разработке программы и методик ЭЭ:

1. В разд. 3 «Общие положения» кроме организаций, участвующих в ЭЭ, нормативно-технической документации и кратких результатов, предыдущих ЭЭ (при их проведении) целесообразно включать сведения о членах экспертной группы с указанием их коэффициентов компетентности.

2. В разд. 6 «Оцениваемые показатели и расчетные соотношения» необходимо приводить уточненную модель эргономического качества исследуемой АСУ с относительной значимостью параметров.

Проведение экспертизы и расчет уровня эргономичности АСУ. Ввиду того, что различные эргономические характеристики, входящие в уточненную модель, могут быть оценены в разных шкалах, то для расчета уровня эргономичности АСУ необходимо привести все оценки к единому виду. Для этого необходимо использовать экспертную оценку качества выполнения и полноты реализации каждого параметра (характеристики). Экспертное оценивание проводится с применением опросных листов. Типовой опросный лист приведен в табл. 2.

Все показатели, входящие в уточненную модель, необходимо разделить на две группы:

1. Объективные показатели, которые могут быть оценены или измерены тем или иным путем. Показатели, для которых имеются соответствующие нормативы (односторонние нижние границы), но которые при этом могут быть улучшены. К ним относятся скорость реакции системы, количество алфавитов кодирования и т. п.

Таблица 2

Параметр (характеристика)	Норма	Реальное значение	Оценка	Комментарии
Проверяемый показатель (характеристика) 1				
...
Проверяемый показатель (характеристика) N				

2. Субъективные показатели (преимущественно имеющие качественную природу), на которые чаще всего не распространяются требования НТД и которые могут быть оценены только экспертами. Например, цветовая гамма, ассоциативность, внутренняя структура и т. п.

Замечание: ко второй группе также следует относить показатели, которые хоть и можно объективно оценить или измерить, но требования нормативно-технической документации по ним устарели, – например, антропометрические характеристики.

Далее формируются два опросных листа: первый закрывает все объективно оцениваемые показатели, второй – субъективно оцениваемые.

Для каждого объективно оцениваемого показателя в таблицу заносятся:

1. Нормативные значения показателя, включающие как норму, так и допустимые значения.
2. Реальное значение показателя.

Для каждого субъективно оцениваемого показателя в таблицу заносятся:

1. Вопрос для эксперта, позволяющий оценить в выбранной шкале данный показатель. Вопросы должны быть однозначными и формулироваться для экспертов на элементарном уровне, т. е. не содержать в формулировках никаких специализированных понятий и определений.

2. Эргономические рекомендации по показателю.

В ходе проведения ЭЭ эксперты на основании своего опыта, представленных нормативных значений и рекомендаций, в графе «оценка» предоставляют оценку каждому из показателей в выбранной шкале. Если оценка исследуемого показателя не равна 1, то в графу «Комментарии» эксперт должен записать краткое обоснование выставленной оценки.

Таким образом, каждому j -му показателю (функции) в каждой k -й группе показателей, в каждой l -й проверке каждым i -м экспертом сопоставляется оценка (a_{ijkl}) в пределах от 0 до 1 по выбранной шкале. Выбор шкалы зависит от этапа разработки АСУ [12] – например, на ранних этапах (эскизный, технический проект) используют трехзначную шкалу:

$$a_{ijkl} = \begin{cases} 1 \\ 0.5, \\ 0 \end{cases}$$

где 1 – показатель полностью соответствует эргономическим требованиям и требованиям норма-

тивных документов; 0.5 – показатель не полностью соответствует либо эргономическим требованиям, либо требованиям нормативных документов; 0 – показатель не соответствует ни эргономическим требованиям, ни требованиям нормативных документов.

На заключительных этапах (предварительные и государственные испытания) – четырехзначная или пятизначная шкалы:

$$a_{ijkl} = \begin{cases} 1 \\ 0.75 \\ 0.5 \\ 0 \end{cases},$$

где 1 – показатель полностью соответствует эргономическим требованиям и требованиям нормативных документов; 0.75 – показатель полностью соответствует эргономическим требованиям, но не совсем удовлетворяет требованиям нормативных документов; 0.5 – показатель не соответствует эргономическим требованиям, но отвечает основным требованиям нормативных документов; 0 – показатель не соответствует ни эргономическим требованиям, ни требованиям нормативных документов;

$$a_{ijkl} = \begin{cases} 1 \\ 0.75 \\ 0.5 \\ 0.25 \\ 0 \end{cases},$$

где 1 – показатель полностью соответствует эргономическим требованиям и требованиям нормативных документов; 0.75 – показатель полностью соответствует эргономическим требованиям, но не совсем удовлетворяет требованиям нормативных документов; 0.5 – показатель не полностью соответствует эргономическим требованиям, но отвечает основным требованиям нормативных документов; 0.25 – показатель не соответствует эргономическим требованиям, но отвечает основным требованиям нормативных документов; 0 – показатель не соответствует ни эргономическим требованиям, ни требованиям НТД.

Степень реализации отдельного фактора (требования), групповые показатели качества, комплексный показатель (результат конкретной проверки), а также интегральный показатель оценивается по методике, описанной в «Программе и методике ЭЭ», разработанной на этапе 1.6. При

этом вычисления оценок всех показателей необходимо проводить с точностью до двух знаков после запятой.

При обработке и анализе результатов необходимо учитывать комплекс различных особенностей экспертов, которые могут повлиять на отклонение оценок в ту или другую сторону, и тем самым стать причиной искаженного представления об эргономических свойствах изделия [7], [8].

Замечание: на всех этапах ЭЭ, где привлекаются эксперты, должен выполняться общий принцип: «Не надо перегружать эксперта лишней информацией», так как в противном случае эксперт может ввязаться в обсуждение каких-либо мелких деталей, что затягивает и усложняет проведение ЭЭ.

Расчет уровня эргономичности АСУ. На эргономическое качество АСУ оказывают влияние четыре группы факторов [11]:

- 1) информационной части;
- 2) физической части;
- 3) человеческого фактора;
- 4) окружающей среды (обитаемость).

Поскольку в каждом конкретном случае каждая группа факторов оказывает свое влияние на эргономическое качество АСУ, уровень эргономичности определяется по формуле

$$Q_E = (W_U K_U + W_F K_F + W_H K_H + W_E K_E) / (W_U + W_F + W_H + W_E),$$

где K_U, K_F, K_H, K_E – уровни эргономичности информационной, физической частей, человеческого фактора, окружающей среды (обитаемости); W_U, W_F, W_H, W_E – коэффициенты значимости факторов информационной, физической частей, человеческого фактора, факторов окружающей среды (обитаемости).

Коэффициенты значимости отдельных составляющих определяются рабочей группой, проводящей эргономическую экспертизу, исходя из целей и назначения АСУ.

По результатам оценки уровня эргономичности принимают решение об общем уровне эргономичности АСУ в соответствии со следующими шкалами:

На ранних стадиях разработки АСУ (до создания опытного образца) уровень эргономичности:

– не соответствует минимально допустимому при $Q_E \leq 0.67$;

– допустим при $0.67 < Q_E \leq 0.85$;

– высокий при $0.85 < Q_E$.

На поздних (заключительных) стадиях разработки либо при экспертизе действующей АСУ уровень эргономичности:

– не соответствует минимально допустимому при $Q_E \leq 0.8$;

– допустим при $0.8 < Q_E \leq 0.95$;

– высокий при $0.95 < Q_E$.

Анализ результатов и выработка рекомендаций. На заключительном этапе на основе оценок, полученных на этапе 1.5 ЭЭ, все выявленные недостатки должны быть проранжированы по их важности, что позволит выделить основные из них. Анализ недостатков и выработка рекомендаций должны проводиться на основе полученных оценок, проведенного опроса экспертов, а также детального анализа отдельных компонентов и видов обеспечения АСУ, а также алгоритмов деятельности пользователей.

После оценки всех параметров оцениваются сами группы и формируются рекомендации по эргономическому совершенствованию конкретных показателей (групп показателей).

По результатам проведенной ЭЭ оформляется акт, который должен содержать в себе следующую информацию [1]:

1. Основную информацию по экспертизе, включающую в себя и состав экспертной комиссии.
2. Объект и особенности проведения экспертизы.
3. Результаты проверок.
4. Результаты ЭЭ и выводы.
5. Замечания и рекомендации.
6. Приложения (при необходимости).

Апробация представленной методики показала, что предложенный подход позволяет повысить эффективность организации работ (подготовки и проведения) ЭЭ, сократить время на ее проведение в среднем на 10–20 %, а также повысить ее объективность. Таким образом, методика может быть использована как методологический базис для создания системы информационной поддержки разработчиков современных АСУ различного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаренко Н. А., Падерно П. И., Сопина О. П. Особенности эргономического сопровождения сложных специализированных систем // Институт психологии РАН. Организационная психология и психология труда. 2019. Т. 4, № 1. С. 87–110.
2. Эргономическая экспертиза информационных моделей: общий подход, проблемы и задачи / Е. А. Бурков, Н. А. Назаренко, М. Н. Никулин, П. И. Падерно, О. П. Сопина // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2013. № 4 (67). С. 88–91.
3. Опыт проведения эргономической экспертизы специализированной человекомашинной системы / Е. А. Бурков, Н. А. Назаренко, П. И. Падерно, О. П. Сопина // XII Всерос. совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2014. С. 6362–6371.
4. Назаренко Н. А., Падерно П. И., Сопина О. П. Эргономическая экспертиза сегодня // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014» (Эрго 2014) / под ред. А. Н. Анохина, П. И. Падерно, С. Ф. Сергеева. СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2014. С. 108–111.
5. Назаренко Н. А., Осетров А. В. Особенности эргономической оценки пользовательских интерфейсов человеко-машинных систем специального назначения // Биотехносфера. 2015. № 1 (37). С. 38–43.
6. Назаренко Н. А., Падерно П. И. Эргономическая экспертиза: реалии и тенденции // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2013. № 4 (67). С. 87–88.
7. Падерно П. И., Янченко О. А. Эргономическая экспертиза – учет мнений экспертов // Сб. тезисов докл. Шестого междунар. аэрокосмического конгресса. М.: МАТИ, 2009. С. 200.
8. Падерно П. И. Комплексирование мнений экспертов при экспертной оценке с применением метода анализа иерархий // ЧФ: Проблемы психологии и эргономики. 2005. № 3/1. С. 60–61.
9. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении. М.: Дело, 2006.
10. Сидельников Ю. В. Системный анализ технологии экспертного прогнозирования. М.: Изд-во МАИ «Доброе слово», 2007.
11. Назаренко Н. А. Методика оценки уровня эргономичности автоматизированных систем управления производством // Изв. СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2019. № 10. С. 39–46.
12. Назаренко Н. А., Падерно П. И. Выбор шкал для оценки качественных и количественных показателей при эргономической экспертизе // Актуальные проблемы охраны труда. Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 22–23 нояб. 2018. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 177–179.

N. A. Nazarenko, P. I. Paderno
Saint Petersburg Electrotechnical University

ERGONOMIC EXPERTISE METHOD AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

The technique of ergonomic examination (EE) of automated control systems (ACS) is proposed. The analysis of the main tasks arising during its preparation and implementation is carried out. Analyzed the main stages, as well as the types of work performed at each stage. The performers of all stages of the ergonomic expertise are presented and the peculiarities of their activities are described. Grounded recommendations for the formation of the working and expert groups. All presented works and the complex of various tasks arising in this case are analyzed in detail. Considered is the solution of problems associated with the refinement of the model of the ergonomic quality of the ACS, as well as with the assessment of the relative importance of ergonomic parameters. The analysis of the main tasks, the solution of which is the basis for the development of the program and methods of energy efficiency, aimed at assessing the ergonomic quality of ACS at various stages of its development. The proposed approach, methodology and complex of the results obtained represent a methodological basis for creating a system of information support for developers of ACS, ACSTP, APCS and complexes for various purposes

Automated control systems, ergonomic expertise, stages of implementation, working group, experts, qualification, formation of an expert group, program and methods of ergonomic expertise, ergonomic quality, level of ergonomics