

В. И. Рожков

**ЭРГОНОМИКА В АСУ ТП
ОСНОВЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2023**

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

В. И. Рожков

ЭРГОНОМИКА В АСУ ТП
ОСНОВЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебное пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2023

УДК 331.101.1(075)

ББК 30.17я7

Э 748

Рецензенты:

кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

В. И. Сидельников;

кандидат военных наук, доцент кафедры ноосферной технологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

В. В. Георгиади

Рожков, В. И.

Э 748 Эргономика в АСУ ТП. Основы эргономического проектирования: учеб. пособие / В. И. Рожков. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. — 113 с.
ISBN 978-5-91646-367-5

Учебное пособие соответствует программам и учебным планам дисциплин «Эргономика», «Эргономика в АСУ ТП» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

В учебном пособии рассматриваются вопросы эргономического обеспечения проектирования автоматизированных систем (АС) в неразрывной связи с общими вопросами проектирования АСУ ТП. Даны общие понятия стадий и этапов проектирования АС. Приведены основные руководящие документы по выбору эргономических требований, выполнение которых позволяет существенно улучшить качество проектирования АС.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», но может представлять интерес для студентов других специальностей, будущая деятельность которых может быть связана непосредственно с проектированием и эксплуатацией АСУ различного назначения (целлюлозно-бумажной и теплоэнергетической промышленности, коммунальной сферы).

УДК 331.101.1(075)

ББК 30.17я7

ISBN 978-5-91646-367-5

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2023

© Рожков В. И., 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ ТП И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУ	9
1.1. Общий обзор АСУ ТП	9
1.2. Основные функции АСУ ТП.....	14
1.3. Режимы работы АСУ ТП.....	16
1.4. Виды обеспечений АСУ ТП.....	18
ГЛАВА 2. ЭТАПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ ТП. СВЯЗЬ С ЭТАПАМИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	23
2.1. Процесс эргономического проектирования.....	24
2.2. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем	25
2.3. Процесс проектирования производственной системы.....	27
2.3.1. Стадия «Формирование требований к АСУ».....	28
2.3.2. Стадия «Разработка концепции».....	30
2.3.3. Стадия «Техническое задание».....	50
2.3.4. Стадия «Эскизный проект».....	51
2.3.5. Стадия «Технический проект (ТП)».....	55
2.3.6. Стадия «Рабочая документация».....	56
2.3.7. Стадия «Ввод в действие».....	56
2.4. Оценка проекта	58
ГЛАВА 3. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУ ТП.....	60
3.1. Реализация системы эргономического обеспечения проектирования и эксплуатация АСУ системами водоканала в период модернизации	60
3.2. Пример реализации системы эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации систем АСУ бумагоделательной машины (БДМ) на предприятии ЦБП в период освоения новой техники.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	77
ПРИЛОЖЕНИЯ	80
П1. Структура и содержание работ в процессе проектирования АС.....	80
П2. Перечень организаций, участвующих в работах по созданию АС	85
П3. Виды структур, отражающих взаимосвязи СЧМ АСУиК системами ВК	86
П4. Проект программы повышения качества эксплуатации АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК».....	92
П5. Проект общего технического задания на выполнение работ по модернизации АСУиК и созданию Единого диспетчерского пункта (ЕДП) управления и контроля системами ВК АО «Системы ВК».....	97

П6. Проект программы повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 АО «Сегежский ЦБК».....	106
П7. План-график выполнения программы повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 АО «Сегежский ЦБК».....	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность рассматриваемой в пособии проблемы. За последние 25–30 лет произошли существенные изменения в технологическом оснащении предприятий отраслей новым оборудованием, системами управления, внедрением новых компьютерных технологий.

В современных условиях вопросы проектирования автоматизированных систем (АС) в связи с ликвидацией отраслевых институтов полностью переданы зарубежным производителям. В связи с этим взаимосвязанные вопросы проектирования АС, а также вопросы эргономического проектирования находятся полностью вне зоны внимания как руководства предприятий, закупающего оборудование зарубежных производителей, так и вне зоны внимания российских проектировщиков. Такое положение дел не лучшим образом отражается на качестве проектирования АС, не учитываются особенности российского обслуживающего персонала, эксплуатирующего это оборудование, а с позиции эргономического проектирования вообще не отражает ни особенности русского менталитета, ни уровень квалификации персонала, ни массу других особенностей. Учитывая тот факт, что качественное решение вопросов на стадии проектирования напрямую влияет на качество эксплуатации АС, а также на качество конечного продукта, пренебрежение этими вопросами в целом может существенно повлиять на здоровье персонала, снизить чувство удовлетворенности работой, привести к профессиональным заболеваниям.

В сложившихся условиях единственным способом снижения влияния этих факторов является устранение недоработок этапа проектирования выполнением дополнительных исследований эргономического характера и работ на стадии эксплуатации АСУ.

К сожалению, как показывает практика эксплуатации современных АСУ ТП, на многих предприятиях вопросы реализации требований системы эргономического обеспечения эксплуатации остаются на низком уровне либо вообще не рассматриваются. Именно в этом кроются причины частых простоев оборудования, рост нештатных ситуаций, рост числа профессиональных заболеваний, приводящих к исключению из трудового процесса высококвалифицированных кадров. Причинами такого положения является недопонимание руководителями предприятий, руководителями более низкого уровня управления производством важности принятия решений по эргономическим вопросам с целью повышения качества эксплуатации АСУ. Выполнение требований эргономических стандартов напрямую соотносится с выполнением требований ИСО 45001-2020 [28].

Вследствие проявления общей тенденции снижения качества подготовки специалистов, связанных с введением обязательного ЕГЭ в школах, введением болонской системы подготовки в учебных заведениях страны, отсутствие заказа от промышленности по количеству и качеству выпускников, отсутствие заданных уровней компетенций выпускникам вузов существенно сказывается в конечном счете на качестве обслуживания АСУ. Следствием этого является снижение качества профессиональной подготовки обслуживающего персонала АСУ, увеличение количества поломок и неисправностей, вызванных ошибками операторов (диспетчеров). В соответствии с мировой статистикой, несмотря на введение автоматизации, искусственного интеллекта, количество аварий и поломок, вызванных человеческим фактором, год от года не уменьшается, а стабильно находится на уровне 60-75 %. Ухудшение качества подготовки специалистов, обслуживающих АСУ, недостаточный учет их психофизиологических характеристик, влияющих на качество выполняемых работ, отсутствие достаточного количества методик учета эргономических показателей – все это сказывается на качестве проектируемой техники, качестве рабочих мест операторов. С другой стороны, снижение качества эргономических разработок ведет к росту профессиональных заболеваний, сокращению периода активной жизни персонала.

Причинами такого положения являются следующие:

- последствия, вызванные спадом промышленности России в целом в конце XX века – начале XXI века, разрушением взаимосвязей между проектными организациями и производственными предприятиями, потерей ценных и опытных кадров, в том числе и эргономического профиля;

- снижение качества подготовки обучающихся вузов и квалификации обслуживающего персонала вследствие отсутствия заказа от промышленности с требованием подготовки специалистов с нужными компетенциями. Молодые специалисты остаются невостребованными для предприятий отрасли;

- отсутствие современной учебно-материальной базы в вузах, обучение проводится на устаревшем оборудовании;

- отсутствие программ подготовки и переподготовки специалистов для вновь поступившего оборудования для новых производств, специалисты по их обслуживанию привлекаются из работников данного предприятия, до этого обслуживающих более старое оборудование. Перевод работников на новое оборудование требует дополнительной подготовки;

- отсутствие современных симуляторов, компьютерных обучающих систем (КОС) для проведения тренировок персонала в условиях нештатных ситуаций;

- отсутствие достаточного количества специалистов в области эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации АСУ и множество других причин.

Новизна данной работы. В целлюлозно-бумажной, теплоэнергетической, нефте- газодобывающей промышленности отсутствует стройная система взаимосвязанных организационных мероприятий, научно-исследовательских работ, устанавливающих задание и реализацию эргономических требований к рабочим местам операторов (диспетчеров) в процессе разработки и эксплуатации АС, формирующих эргономические свойства человеко-машинных систем на современном этапе.

Появление новых государственных стандартов в области эргономики не означает их немедленное внедрение в процесс проектирования и эксплуатации АС, т. к. отсутствует достаточное количество специалистов в области эргономики, отсутствует заказ со стороны предприятий промышленности на подобные разработки. В лучшую сторону с точки зрения привлечения специалистов эргономического профиля отличаются предприятия военно-промышленного комплекса, руководители которых понимают пользу от внедрения эргономических разработок.

В Высшей школе технологии и энергетики с 2018 года введена дисциплина «Эргономика в АСУ ТП», в рамках которой обучающимся даются знания по основным положениям эргономической науки, о существующей в России системе эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации АСУ. Обучаемые имеют возможность ознакомиться с основными методиками оценки качества деятельности человека-оператора, окружающей его среды, методикам проведения эргономической экспертизы различных эргономических показателей и АС в целом.

Практическая направленность учебного пособия. Учитывая то, что выпускники вуза в соответствии с компетенциями в последующем могут работать в различных областях, включая предприятия, занимающиеся как проектированием АС, так и их эксплуатацией, в данном пособии сделан упор на решение практических задач. С этой целью вопросы эргономического проектирования рассматриваются в неразрывной связи с процессом технического (технологического) проектирования АС, этапами его создания и задачами, стоящими перед проектировщиками.

На этапе проектирования АС необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- обоснованию выбора эргономических требований (ЭТ) к АС при проектировании систем и технологического оборудования: рабочих мест операторов и персонала с учетом эргономических требований, распределение

функций между человеком и АС, обоснованию организационно-штатной структуре подразделений, обслуживающих АСУ, разработке алгоритмов деятельности персонала и информационных моделей интерфейса, разработке основных положений системы ФИПРО и т. д.;

- проведению эргономической экспертизы АСУ на этой стадии проектирования, оценке количественных характеристик ЭТ.

При рассмотрении стадии эксплуатации АС большое внимание уделяется вопросам оценки степени реализации эргономических требований.

К основным направлениям повышения качества эксплуатации АСУ за счет реализации ЭТ относятся:

- оценка качества выбранных ЭТ к АС на этапе проектирования систем и технологического оборудования: рабочих мест операторов и персонала с учетом эргономических требований, распределение функций между человеком и АС, оценка организационно-штатной структуры, оценка качества разработки алгоритмов деятельности персонала, информационных моделей интерфейса и т. д.;

- совершенствование методов и методик эргономической экспертизы АСУ в условиях работающего предприятия, являющихся основой для выработки рекомендаций по совершенствованию ЭТ как для существующих АСУ, так и для проектных организаций при модернизации оборудования.

- повышения качества эксплуатации АС за счет разработки на стадии проектирования системы формирования и поддержания работоспособности операторов и обслуживающего персонала или в процессе модернизации АСУ.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ ТП И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУ

1.1. Общий обзор АСУ ТП

Известно, что в период 60-80-х годов прошлого века в СССР были разработаны основные принципы и методы системы эргономического обеспечения разработки и эксплуатации систем «человек– техника» (СЭОРЭ). Развитие эргономики в Советском Союзе шло параллельно с разработками, проводимыми на Западе, а по некоторым направлениям (космос, военная сфера) превосходило их разработки. Наиболее широко исторические и технические вопросы развития эргономики рассмотрены в [26].

Действующая в настоящее время в России система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения (ССЭТО) предусматривает следующие группы нормативных документов:

- общие положения — включают основные положения системы ССЭТО, термины, определения;
- показатели и характеристики человека — оператора;
- общие эргономические требования к организации человеко-машинных комплексов и систем;
- общие эргономические требования к организации деятельности операторов;
- общие эргономические требования к техническим средствам деятельности.
- В соответствии с ССЭТО существуют следующие этапы эргономического обеспечения:
 - обоснование и разработка эргономических требований к новым образцам техники;
 - обеспечение проектирования системы «человек — машина»;
 - эргономическое обеспечение проектирования системы формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) АСУ;
 - эргономическое обеспечение эксплуатации АСУ;
 - эргономическая экспертиза.

Как было сказано выше, новое технологическое оборудование и системы автоматизации ТП, закупаемые для предприятий России, разрабатываются иностранными заводами-изготовителями без привлечения российских проектировщиков и специалистов, имеющих знания в области эргономики.

В этом случае важным условием освоения новых технологических комплексов и систем автоматизации, а также последующей их эксплуатации

является разработка и реализация системы ССЭТО, в частности, системы формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) АСУ как составной ее части. Следует отметить, что в контексте данного учебного пособия система ФИПРО АСУ рассматривается в широком смысле: в состав обслуживающего персонала включены специалисты АСУ, КИПиА, механики, технологи – т.е. все специалисты, участвующие в эксплуатации как основного, так и вспомогательного технологического оборудования АСУ.

В рамках реализации системы СЭТО необходимо определить показатели, отражающие эргономические характеристики оборудования. Желательно, чтобы они могли быть количественно измерены, что обеспечит возможность их сравнения до и после завершения этапа освоения новой АСУ. К таким показателям относятся:

- эргономичность – интегральный показатель степени выполнения эргономических требований, в состав которого входят такие показатели, как освояемость, управляемость и обслуживаемость АС.
- показатели качества и надёжность деятельности оператора (своевременность и безошибочность выполнения задач по управлению и обслуживанию систем, время решения задачи, производительность, число совершенных ошибок в процессе выполнения задачи, состояние здоровья и т.д.);
- эффективность функционирования систем «человек–машина» (СЧМ) в целом;
- напряжённость и экстремальность деятельности человека-оператора.

К экономическим показателям, которые будут являться результатом внедрения системы СЭТО с целью повышения качества деятельности операторов и обслуживающего персонала после разработки и внедрения системы эргономического обеспечения эксплуатации, системы ФИПРО АСУ [31], можно отнести:

- сокращение количества простоев, поломок и неисправностей оборудования;
- сохранение здоровья персонала, снижение риска развития проф. заболеваний;
- повышение уровня квалификации оперативного и обслуживающего персонала за счет своевременной разработки, внедрения и использования элементов системы ФИПРО;
- снижение времени простоя оборудования.

В рамках данного пособия в качестве примеров реализации эргономических принципов создания и эксплуатации АСУ будут рассмотрены следующие системы: в области целлюлозно-бумажной промышленности – АСУ бумагоделательной машиной, в коммунальной сфере – автоматизированная

система управления, контроля и диспетчеризации (АСУиК) многофункционального комплекса взаимосвязанных подсистем водоканала города. Особенности функционирования таких систем является непрерывный характер технологических процессов, происходящих в них, необходимость постоянного круглосуточного наблюдения за их протеканием операторами (диспетчерами), что накладывает соответствующие повышенные требования на человека, как звена человеко-машинной системы, в отличие от дискретно работающих АС.

За последние 50-60 лет произошел резкий скачок в развитии техники, появилось множество новых технологий, интенсивными методами развиваются компьютерные системы. Это привело к новой технологической революции, четвертому промышленному укладу, названному концепцией Industry-4.0. Потребность в продвижении этой концепции привела к необходимости реализации новых подходов для решения сложных задач управления с помощью цифровизации и роботизации производства.

С начала реализации данной концепции в различных областях промышленности начали появляться автоматизированные комплексы различного назначения, которые оснащались все более сложными системами управления.



Рис. 1.1. Размещение органов управления и системы отображения информации (мнемосхем) на пульте управления энергоблока

Если на предыдущем этапе технологического развития контроль за протеканием ТП производился по мнемосхемам и информационным табло, а

управление – с помощью органов управления (ОУ) в виде кнопок, ручек, тумблеров (рис. 1.1), то на новом витке развития с использованием компьютерных технологий контроль за протеканием ТП происходит с использования информационных моделей, сформированных с помощью SCADA-программ, на экране монитора компьютера или на табло коллективного пользования (рис. 1.2). Управление оборудованием производится с помощью мыши компьютера, клавиатуры и все реже с помощью старых ОУ. Архивирование данных на предыдущем этапе производилось на бумажные или магнитные носители, сейчас используются «облачные» технологии, в которых хранятся огромные массивы данных о параметрах функционирования систем ТП.



Рис. 1.2. Современное управление энергоблоком ТЭЦ

В первом варианте способа управления технологическим процессом (ТП) человек непосредственно был включен в звено управления. С внедрением новой концепции управления ТП, с применением все более совершенных систем автоматизации, связанных с применением компьютеров и микропроцессорной техники, программируемых логических контроллеров, функции операторов управления ТП изменилась: их деятельность свелась к пассивному наблюдению за протеканием ТП вследствие того, что большая часть функций управления было передана от человека машине, а человеку отводится функция наблюдения, которая осуществляется опосредованно через информационные модели

компьютеров, с помощью которых моделируется технологический процесс во всех его режимах.

Вместе с тем, с увеличением степени автоматизации предприятий нельзя говорить о полном исключении человека из звена управления. В этих условиях изменился перечень задач и функций, выполняемых человеком. Это повлекло за собой появление новых профессий, новых специальностей, в первую очередь, связанных с появлением компьютерных технологий. Несмотря на то, что в системах управления ТП остаются операторы (диспетчеры), появился персонал, основной задачей которого стало осуществление функции по программированию оборудования, программируемых логических контроллеров, цифровой техники, специалисты по обслуживанию робототехнических систем, которые являются симбиозом механических, электронных устройств и программных средств.

Таким образом, в современном производстве АСУ ТП продолжает оставаться человеко-машинной системой управления, предназначенной для сбора, обработки, хранения и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления (ТОУ) при помощи современных компьютерных средств сбора и обработки информации.

Современные АСУ ТП построены по принципу иерархического трехуровневого деления: нижний (полевой) уровень, с размещенными на нем датчиками, сигнализаторами, расходомерами, датчиками и сигнализаторами уровня, насосами и другим вспомогательным оборудованием; средний уровень – уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК), выполняющих функции получения информации от датчиков и устройств полевого уровня, ее обработку, регулирование параметров, программно-логического управления, защиты и блокировки от несанкционированных сигналов; верхний уровень – операторский (диспетчерский) уровень, на котором непосредственно находится человек – лицо, принимающее решения (ЛПР), которое непосредственно контролирует протекание технологического процесса, его коррекцию, принимает и осуществляет управленческие воздействия на систему при ее явном отклонении, предотвращает и ликвидирует последствия аварий и поломок оборудования, способствует уменьшению появления брака в выпускаемой продукции.

Многочисленные датчики технологических параметров – температуры, давления, расхода и т. д., а также датчики состояния оборудования (включено, выключено) служат для получения информации о текущем состоянии объекта в реальном масштабе времени. Выходные сигналы датчиков преобразуются в унифицированные стандартные сигналы и поступают на средства отображения

информации, а также через устройства связи с объектом (УСО) – на управляющий вычислительный комплекс.

Как правило, оператор управления ТП находится в диспетчерском пункте, в котором размещаются средства контроля и отображения информации: мониторы с представленными на них информационными моделями ТП со световой аварийной и технологической сигнализацией, звуковые сигнализаторы, принтеры, средства связи. При помощи компьютеров, связанных с контроллерами линиями связи или посредством промышленного интернета, и органов управления, оператор может непосредственно контролировать ход технологического процесса и при необходимости управлять им.

1.2. Основные функции АСУ ТП

Информационная подсистема (компьютер). Предназначена для представления диспетчеру оперативной (своевременной), достоверной, разносторонней, подробной, обработанной соответствующим образом информации о настоящем, будущем и прошлом технологического объекта управления. Она выполняет перечисленные ниже функции.

А. Сбор и первичная обработка информации. Эта функция состоит из ряда операций.

1. Первой операцией является опрос датчиков, подключенных к контроллеру и чтение данных из контроллера с заданной частотой. Частота опроса определяется ресурсами вычислительного комплекса и контроллера. На современном оборудовании она колеблется от долей секунды до нескольких секунд. При этом параметру присваивается измеренное значение до следующего обращения к датчику.

2. Операции фильтрации и прогнозирования технологических параметров состоят в получении наиболее правдоподобных настоящих и будущих (прогнозируемых) значений параметров по результатам измерений. При фильтрации отбрасывают ложные значения параметров, возникающие при сбое измерительной системы, и на это время присваивают расчетное значение параметра. Для реализации этой функции необходима соответствующая система уравнений расчета параметров. По этим же уравнениям можно рассчитывать прогнозируемые значения параметров, т.е. те значения, которые могут быть достигнуты через заданное время. Необходимость в получении прогнозируемых значений возникает в случае критических аварийных ситуаций.

3. Операция усреднения параметров за заданные промежутки времени (час, смену, сутки), например, определение средней температуры за час или показателя качества продукции за смену.

4. Операция расчета действительных значений параметров по информации от чувствительных элементов датчиков АС с учетом их метрологических характеристик и введением поправок на состояние контролируемых сред.

5. Операция интегрирования параметров – вычисления суммарного количества потребного ресурса, например, расхода сырья, топлива, выработанной продукции за некоторый промежуток времени. А также расчет количества продуктов в емкостях, резервуарах по значениям уровня и с учетом текущих значений параметров продуктов.

Б. Контроль за состоянием технологического объекта управления. По этой функции решается несколько задач. Основной является обнаружение отклонений текущих значений параметров за технологические и аварийные диапазоны. Нахождение параметров в пределах технологических диапазонов гарантирует нормальное протекание процесса. Если по какой-либо причине текущее значение параметра оказалось за пределами технологического диапазона, то фиксируется «выбег» параметра, формируется звуковая и/или световая сигнализация о нем для привлечения внимания оператора, а также осуществляется его регистрация. Оператор в случае необходимости должен иметь возможность осуществления вызова на панель индикации любого параметра на данный момент времени или усредненного за определенный промежуток времени. При аварийном «выбеге» параметра, кроме всего перечисленного, должны сработать системы защиты и блокировки.

В. Следующей по важности задачей является контроль за состоянием оборудования, учет его моторесурса и определение сроков ремонта. Эта задача охватывает оборудование, имеющее электрические приводы, — насосы, компрессоры, вентиляторы и т. п. Сигнал о включении двигателя в работу автоматически поступает в компьютер одновременно с запуском оборудования (нажатием пусковой кнопки). Далее подсчитывается длительность работы оборудования. Расчет сроков ремонтов осуществляется путем сравнения действительного времени работы оборудования после последнего ремонта (текущего, среднего, капитального) с нормативными данными о величине моторесурса. На основании этого сравнения составляется и печатается график ремонтов на определенный период с указанием даты следующего ремонта. Кроме того, печатается учетная информация о наработанном моторесурсе оборудования с начала месяца, межремонтных периодах и т. д.

Г. Управляющая подсистема (контроллер). Она предназначена для сбора, обработки, хранения получаемой от нижнего уровня ТП информации о параметрах процесса, выработки в соответствии с программой управления управляющих воздействий на технологический объект. Часть необходимой для

оценки и принятия решения информации передается на верхний уровень АСУ ТП.

Д. Регулирование отдельных технологических параметров. Вычислительный комплекс, обслуживающий ТП, с ее огромными возможностями может реализовать любой по сложности закон регулирования. Больше того, он может автоматически подобрать закон, наиболее полно подходящий для данного технологического объекта, и рассчитать оптимальные настроечные коэффициенты. Для этой цели применяются микропроцессорные регулирующие контроллеры различного типа, которые способны реализовывать многоканальное, многосвязанное, каскадное, супервизорное, программное регулирование ТП, включающего в свой состав библиотеки программ, заложенных в долговременную память, включающую большое количество алгоритмов управления и имеющую большое количество каналов управления.

Программно-логическое управление системами АСУ ТП заключается в том, что по командам вычислительной техники осуществляется управление запорной и регулирующей арматурой – открытие и закрытие клапанов на трубопроводах, включение и отключение аппаратов, насосов и компрессоров. При пуске и останове технологического объекта такое управление может осуществляться по жесткой временной программе, а при переводе технологического объекта с одного режима на другой или при возникновении какого-либо нежелательного события — по достижении некоего параметра заданного критического значения. Для осуществления программно-логического управления используются, к примеру, микропроцессорные контроллеры или промышленный компьютер, который решает эти задачи на программном уровне, что резко упрощает систему управления и делает ее более надежной и дешевой.

1.3. Режимы работы АСУ ТП

В зависимости от степени участия человека в выполнении функции АСУ ТП различают два режима работы: автоматизированный и автоматический.

Автоматизированный режим. В этом режиме оперативный технологический персонал принимает активное участие в управлении. Возможны следующие варианты реализации этого режима.

При ручном управлении технологический персонал по информации, получаемой по различным каналам о состоянии технологического объекта, принимает решения об изменении технологического режима и воздействует на процесс дистанционно из операторской с помощью ручных задатчиков или органов управления или же непосредственно, закрывая или открывая запорную арматуру.

В режиме «советчика» компьютерная программа рекомендует технологическому персоналу оптимальные варианты управления, отображает значения наиболее важных режимных параметров, обеспечивающих достижение цели управления. Технологический персонал на основании своего опыта и знаний анализирует полученные рекомендации, а также информацию о процессе и принимает решение о целесообразности изменения режима. В случае принятия «совета» он вмешивается в работу технологического объекта, либо изменяя задание регулятору, либо непосредственно – как при ручном управлении. Недостатком этого режима является то, что оператору зачастую трудно проверить правильность выработанной компьютерной программой рекомендации.

При диалоговом режиме технологический персонал имеет возможность получать по запросу на экран монитора дополнительную информацию о состоянии текущего процесса, предшествующих состояниях и прогноз о будущем состоянии процесса, и лишь после этого принимает решение о целесообразности изменения технологического режима.

Автоматический режим. Этот режим работы АСУ ТП предусматривает выработку и реализацию управляющих воздействий без участия человека. Реализуются следующие варианты данного режима:

- супервизорное управление, когда компьютер автоматически изменяет уставки и (или) коэффициенты настройки локальных регуляторов. При этом на программном уровне решаются вопросы защиты технологического объекта от опасных и неприемлемых изменений технологических параметров, в случае отказа компьютера управление процессом осуществляется посредством регуляторов;

- непосредственное цифровое управление, при котором компьютер, используя программное и математическое обеспечение, обрабатывает результаты расчетов в поисках оптимальных режимов управления. Естественно, требования к надежности управляющей подсистемы в этом варианте существенно возрастают. Она должна учитывать все возможные варианты работы технологического объекта и не допустить выход его в неустойчивую зону, в которой возможно образование нештатных и аварийных ситуаций.

Из всех перечисленных режимов наиболее распространен режим «советчика»: при его реализации уменьшается возможность неправильных решений, основанных на неполной или недостоверной информации.

1.4. Виды обеспечений АСУ ТП

Выполнение перечисленных функций и режимов работы АСУ ТП реализуется комплексом взаимодействующих обеспечений АСУ ТП.

Техническое обеспечение включает весь комплекс технических средств: датчики, преобразователи, средства вычислительной техники, вторичные приборы и регуляторы, исполнительные механизмы и т. д., достаточный для функционирования АСУ ТП.

Основой комплекса технических средств современных АСУ ТП служат микропроцессорные средства и компьютеры. Условно их можно разделить на аппаратные, программно-аппаратные и программируемые.

К **аппаратным средствам** относятся микропроцессорные устройства с жесткой логикой, которая реализуется программами, записанными в постоянном запоминающем устройстве. Данное оборудование применяют в тех случаях, когда система выполняет простые типовые функции (сбор данных, одноконтурное цифровое регулирование, представление данных, индикация, сигнализация, первичная переработка информации, программное логическое управление и т. п.), число обслуживаемых входов и выходов невелико (до 50), изменение системы не ожидается, емкость запоминающих устройств невелика, а заданное быстродействие высокое. В состав аппаратных средств входят микропроцессор или интегральные микросхемы общего назначения, память, таймер, коммутатор, простейшие устройства для перехода от автоматического режима к ручному и обратно. На их базе создаются отдельные преобразователи, приборы, регуляторы, программно-логические контроллеры и т.п.

При переходе от традиционных аналоговых средств автоматизации к микропроцессорной технике, как правило, повышается точность, расширяются функциональные возможности и увеличивается гибкость систем управления. Например, микропроцессорные регистрирующие приборы не только регистрируют текущее значение параметров, но и их отклонение от заданных параметров нормирующей величины, индицируют текущее значение в цифровом виде, рассчитывают среднее значение за заданный промежуток времени, рассчитывают истраченный моторесурс.

Программно-аппаратные средства строятся на базе компьютеров и микропроцессорных контроллеров. Они ориентированы на решение конкретных задач АСУ ТП и предназначены для реализации многоконтурного цифрового регулирования, программно-логического управления, сбора, хранения, обработки и контроля параметров.

Преимущества программно-аппаратных средств: высокая надежность, компактность, универсальность, экономичность, простота ввода управляющей программы, устойчивость к внешним воздействиям.

Программное обеспечение (ПО) – совокупность программ и эксплуатационной программной документации, необходимых для реализации функций АСУ ТП и заданного режима функционирования контроллеров и компьютеров. Его разделяют на общее и специальное ПО.

Общее программное обеспечение поставляется в комплекте с вычислительной техникой и представляет собой совокупность операционной системы, системы управления базой данных, организующих, служебных и транслирующих программ, программ отладки и диагностики, библиотеки стандартных программ. Оно обеспечивает нормальную работу комплекса технических средств АСУ ТП.

Специальное программное обеспечение – это совокупность программ, реализующих информационные и управляющие функции конкретной АСУ ТП (выполняется так называемое технологическое программирование). Оно разрабатывается на базе и с использованием общего ПО.

Несмотря на существенные различия технологических объектов, в программах управления ими имеется много общего. Это позволяет разрабатывать для большей части функций управления типовые пакеты прикладных программ (SCADA-системы), которые сравнительно просто адаптируются под конкретные технологические объекты. Эти SCADA-системы выполняют первичную обработку информации, расчет технико-экономических показателей, пуск и останов электрооборудования, регулирование и т. д. (наиболее известными являются SCADA-Iconics, TraceMode, Genesis, MIKSYS).

Наиболее сложной задачей при разработке программного обеспечения является создание программ оптимального управления технологическим объектом. Успешное решение ее возможно лишь при наличии адекватной математической и информационной модели.

Математическое обеспечение представляет собой комплекс математических методов, моделей и алгоритмов. На его основе разрабатывается программное обеспечение АСУ.

Информационное обеспечение – совокупность сведений о потоках и массивах информации, характеризующих состояние технологического процесса. Оно включает перечень и характеристики сигналов о технологическом объекте и системе управления; описание систем классификации и кодирования технической и технико-экономической информации; описание массивов информации, форм документов и видеоизображения, используемых в системе; описание нормативно-справочной информации, используемой в системе. Информационное обеспечение должно обеспечивать полноту, непротиворечивость, отсутствие избыточности и дублирования информации, необходимой для реализации функций управления. Именно информационное

обеспечение является областью приложения усилий эргономистов, участвующих в процессе создания новой техники. Именно на стадии эргономического обеспечения проектирования закладываются основные принципы и правила реализации системы формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) и специалистов АСУ ТП.

Метрологическое обеспечение – совокупность работ, проектных решений, технических и программных средств, а также организационных мероприятий, направленных на обеспечение заданной точности измерений. Метрологическое обеспечение проводится для АСУ ТП и линий связи на всех стадиях создания и функционирования АСУ ТП. На стадии разработки АСУ ТП должны обеспечиваться единство измерений и их точность для заданных условий эксплуатации за счет выбора определенных технических средств, а также их резервирования. Программными решениями должны обеспечиваться фильтрация измеряемых значений параметров и выбор достоверных значений. На стадии эксплуатации АСУ ТП метрологические службы предприятия проводят анализ состояния средств измерения и разрабатывают мероприятия по повышению уровня и совершенствованию средств измерений, контроля и испытаний; осуществляют метрологическую аттестацию заданных средств измерений; организуют поверку средств автоматизации; проводят метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.

Эргономическое обеспечение. Система эргономического обеспечения, проектирования и эксплуатации АСУ ТП – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, основанных на научных подходах в области эргономики, физиологии, биологии и психологии человека, направленных на разработку и внедрение в технологические процессы постулатов человеко-центрического подхода, использующих принципы системного подхода, целью которого являются максимально возможный учет человеческого фактора в процессе эксплуатации АСУ, а также сокращение вредных факторов, ведущих к ухудшению здоровья и формированию профессиональных заболеваний человека и обеспечивающих обслуживающему персоналу (человеку-оператору, диспетчеру, ремонтнику, программисту компьютерных систем и т. д.) быстрое освоение новой техники, ее безаварийную эксплуатацию, повышение производительности труда и качество жизни.

В условиях увеличения скорости протекания технологических операций автоматизированного процесса, когда человек непосредственно участвует в процессе контроля и управления технологическими параметрами АСУ ТП, возрастает вероятность появления ошибок операторов, их неправильных действий при появлении нештатной ситуации. В случае появления отказов

систем и оборудования формируется ситуация, в которой длительный простой вызывает сокращение количества и/или качества выпускаемой продукции, что существенным образом влияет и на экономические показатели предприятия.

Во время простоя оборудования ответственность за выполнение работ по восстановлению оборудования может ложиться как на специалистов, обслуживающих оборудование и механизмы нижнего «полевого» уровня, так и на специалистов, связанных с обслуживанием программного обеспечения. Следует отметить, что современное производство имеет на нижнем уровне десятки, а то и сотни приборов и средств измерения различного назначения (в зависимости от вида технологического процесса), а количество сигналов, поступающих от них, может исчисляться десятками тысяч. В этих условиях большое значение имеет уровень подготовки специалистов.

Длительность ремонтно-восстановительных работ напрямую влияет на количество выпускаемой продукции. В условиях сжатых сроков большое значение приобретает стрессоустойчивость операторов и специалистов, производящих ремонтно-восстановительные работы оборудования. Одно дело, когда ремонт оборудования происходит в спокойной обстановке, на оборудованном всем необходимым инструментом рабочем месте, а совсем другое – когда диагностику и ремонт вышедшего из строя оборудования необходимо производить в горячем цеху, в непосредственной близости от работающих устройств и механизмов, в условиях прямого воздействия внешних факторов среды на ремонтника и руководителя работ.

Таким образом, можно сказать, что в условиях современного производства одним из основных факторов безаварийной эксплуатации оборудования АСУ ТП выступает не только надежность применяемого оборудования и степень автоматизации производства, но и человек, обладающий необходимым уровнем квалификации и натренированности в вопросах эксплуатации и ремонта сложной техники, с его психофизиологическими и социально-психологическими характеристиками.

С другой стороны, повышение качества эксплуатации АСУ ТП неразрывно связано с качеством выпускаемого предприятиями оборудования, на базе которого строится технологический комплекс, качеством управляющих процессом компьютеров, качеством информационных моделей, предоставляющих операторам АСУ ТП информацию, необходимую для оценки состояния ТП и принятия решений. Говоря современным языком, эргономичность всего комплекса АСУ ТП складывается из совокупности эргономических характеристик отдельных его составляющих.

В советский период во многих отраслях промышленности существовали научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, в которых

обязательно был отдел эргономики и дизайна или специалисты, имеющие эргономическое образование. Основной задачей этих отделов (специалистов) была оценка применимости эргономических требований к новым образцам оборудования и техники, оценка эргономичности проектируемых рабочих мест и далее по списку в соответствии с номенклатурой эргономических требований [7]. В первую очередь, уделялось внимание качественной разработке пультов управления – основных и вспомогательных, с помощью которого операторы осуществляют свою деятельность по управлению ТП. Немаловажное значение предавалось организации рабочих мест, формированию среды, в рамках которой осуществлялось функционирование персонала и техники.

ГЛАВА 2. ЭТАПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ ТП. СВЯЗЬ С ЭТАПАМИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В зависимости от сложности объекта автоматизации и набора задач, требующих решения при создании конкретной АСУ ТП, стадии и этапы ее создания могут иметь различные трудозатраты. При необходимости допускается объединять последовательные этапы и даже исключать некоторые из них на любой стадии проекта. Например, объединить стадии эскизного и технического проекта. Допускается также начинать выполнение работ следующей стадии до окончания предыдущей.

Стадии и этапы создания АСУ, объемы работ, выполняемые организациями-участниками процесса проектирования, прописываются в договорах и технических заданиях на выполнение работ. Перечень стадий и этапов жизненного цикла (ЖЦ) по [4] представлен на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Стадии жизненного цикла процесса проектирования АСУ [4].

Следует понимать, что процесс проектирования АСУ неразрывно связан с процессом эргономического проектирования. Отсутствие достаточного количества специалистов, способных решать задачи, связанные с реализацией вопросов эргономического проектирования, негативным образом сказывается на результатах самого проектирования АС и в максимальной степени влияет на конечный результат функционирования АС на этапе ее эксплуатации, когда

решать вопросы улучшения эргономических характеристик систем АСУ практически невозможно.

Вопросы технического проектирования АСУ ТП рассматривались различными авторами достаточно широко и многогранно [19, 23, 24, 25, 33, 38], а вопросы эргономического проектирования недостаточно проработаны в следствии широкого спектра рассматриваемых вопросов. Тем не менее, несмотря на сложность данной темы, в данном пособии предпринята попытка решения этой задачи.

2.1. Процесс эргономического проектирования

Основная цель разработки практически любого технического проекта состоит в получении качественно нового продукта (системы). Если это новый технологический процесс, работа которого невозможна без автоматизации, то для разработки такой автоматизированной системы применяют ГОСТ [1, 2, 3, 4, 5].

Разработка новой АСУ производится таким образом, чтобы она отвечала эргономическим принципам и требованиям руководящих документов и соответствовала перечню эргономических требований, в них изложенных.

Проектирование в той или иной степени осуществляют на всех этапах жизненного цикла систем и изделий, например, при создании альтернативных вариантов, подготовке и реализации проекта и его коррекции по результатам выявленных недостатков на основе экспертных оценок. В процессе проектирования из полного набора эргономических требований выбираются и рассматривают те, которые в наибольшей степени отражают эргономические качества будущей АСУ [8].

Все варианты разрабатываемых проектов (а их может быть 2–3) должны учитывать требования эргономики в процессе жизненного цикла. Этот процесс должен проходить организованно. Для обеспечения безопасности человека, охраны его труда и благополучия при оптимизации производительности, результативности, эффективности, надежности и работоспособности системы, процесс проектирования должен учитывать следующие основные требования:

- эргономические принципы должны быть рассмотрены на ранних стадиях и без отрыва от процесса разработки;
- применению эргономических принципов с целью исключения возникновения отрицательных последствий должно быть уделено достаточное внимание;
- в процессе проектирования должны быть установлены эргономические показатели;

- выбранные эргономические показатели должны быть учтены в эскизном и рабочем проектах;
- в процессе проектирования следует учитывать характер задачи и степень занятости в ней человека;
- в процессе проектирования целесообразно привлекать потенциальных работников (обслуживающий персонал) или пользователей, для учета их мнения по оценке качества реализации эргономических требований (ЭТ);
- в процессе проектирования следует осуществлять оценку качества реализации ЭТ путем проведения эргономической экспертизы, проводить необходимые уточнения и корректировки проектируемого оборудования, пультов управления, программного продукта.

В процессе проектирования АСУ целесообразно своевременно оценивать и результаты реализации ЭТ, степень их влияния на конечный результат проектирования. Процесс проектирования должен быть достаточно гибким, чтобы позволять оперативно вносить изменения в проектные решения, связанные с проработкой эргономических вопросов.

2.2. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем

При проектировании производственных АСУ, обладающих большим количеством подсистем, наличием многообразного оборудования и достаточно большого количества обслуживающего персонала, целесообразно использовать ГОСТ [9, 12,16].

Данный стандарт устанавливает основные указания по проектированию производственных систем на основе фундаментальных принципов эргономики и определяет соответствующие основные эргономические термины. В нем описывается интегрированный подход к проектированию производственных систем, когда принципы эргономики органически сочетаются со всеми аспектами технической стороны проекта, и когда особое внимание уделяется персоналу, учитываются их психологические, психофизиологические и социальные особенности человека и коллектива.

Термин «производственная система» в данном стандарте используют для обозначения большого ряда производственных условий и структур, которые рассматриваются с целью улучшения качества их проектирования (перепроектирования) или внесения изменений. Производственная система включает в себя людей и оборудование, расположенное в заданном рабочем пространстве и производственных условиях, взаимодействующих в процессе

функционирования на основе соответствующего организации рабочего процесса.

Производственные системы различаются по сложности и присущим им характеристикам. Примерами производственных систем могут служить: технологическая установка с одним оператором; или установка (несколько установок), включающая в себя производственный и обслуживающий персонал; офисное помещение с сетью компьютеров с несколькими работниками, выполняющих одну или несколько взаимосвязанных задач; интерактивная компьютерная система с множеством пользователей. Соблюдение эргономических принципов необходимо также при осуществлении операций по установке, регулировке, техническом обслуживании и ремонте, перемещении и транспортировании в производственных системах.

Наравне с разработкой эргономических требований к системе большое внимание при проектировании должно уделяться оптимальной рабочей среде с точки зрения ее комфортности, безопасности и здоровья персонала.

Эргономическое проектирование производственных систем направлено на оптимизацию производственной нагрузки обслуживающего персонала, исключение эффектов расслабления (утомляемости) и стимуляцию эффектов мобилизации (желание повысить свою квалификацию). Высокое качество работы персонала повышает эффективность и результативность производственной системы и, таким образом, помимо оптимизации влияния человеческого фактора, вносит существенный вклад в достижение и других важных целей эргономического проектирования производственных систем.

При проектировании производственных систем человек должен рассматриваться как главный составной элемент и неотъемлемая часть разрабатываемой системы, включающей еще производственный процесс и рабочую среду. Эргономические принципы следует применять уже на самых первых этапах проектирования как средство предупреждения потенциальных проблем, а не как средство решения проблем, выявленных по завершении разработки проекта.

Таким образом, наиболее важные решения с далеко идущими последствиями принимаются на первых стадиях процесса проектирования. Следовательно, выбор необходимого и достаточного для данной производственной системы набора ЭТ и их успешная реализация в процессе проектирования является наиболее правильным применением эргономической науки при проектировании АСУ. Влияние эргономических принципов должно быть также существенным и на протяжении всего процесса проектирования.

Однако степень их использования может варьироваться: при анализе требований к системе («формулирование целей») они играют принципиальную

роль и затрагивают все аспекты проекта, если разработка всей системы выполнена («реализация, валидация и внедрение»), они являются инструментом тонкой корректировки системы. Достаточное внимание должно быть уделено применению эргономических принципов вплоть до самых последних этапов разработки АСУ для предотвращения недоработок, влекущих в последующем серьезные проблемы, такие как: возможные простои оборудования, высокая травмоопасность производства, высокая стоимость доработок оборудования в случае невыполнения ЭТ, низкое качество разработки элементов и подсистем АСУ, программного продукта и недостаточное удобство работы. При проектировании производственных систем необходима совместная работа специалистов, осуществляющих и техническое, и эргономическое проектирование, чтобы исключать неоптимальные решения, поскольку совместный практический опыт работников обеих направлений обеспечит для этого эффективную базу знаний. Привлечение в процесс проектирования перспективных работников или работников, имеющих достаточный уровень обслуживания аналогичного оборудования, в качестве экспертов должно проводиться, если это возможно, на протяжении всего процесса разработки АСУ.

Процесс проектирования производственной системы может состоять из следующих этапов:

- формулировки целей (анализ требований к системе);
- анализа и распределения функций между персоналом и АСУ;
- разработки концепции проекта и определения набора эргономических требований, необходимых для включения в разработку.
- детализации проекта и реализации выбранных ЭТ, определения перечня ЭТ, для возможного исключения или добавления;
- выполнения, внедрения и валидации, проведение первой эргономической экспертизы принятых эргономических решений;
- оценка результатов технического и эргономического проектирования.

2.3. Процесс проектирования производственной системы

Понятие «проектирование» относится к итеративному и структурированному процессу, состоящему из нескольких этапов, результатом которого является новый или доработанный проект. Наилучшим образом проектирование выполняет multidisciplinary (multifunctional) команда проектировщиков с обязательным включением в ее состав эргономиста-проектировщика. Это утверждение справедливо для всех стадий проектирования. При проектировании осуществляются следующие виды деятельности: анализ, синтез, моделирование и оценка.

На каждой стадии проектирования необходимо учитывать взаимо-влияние многочисленных факторов в производственной системе. Необходимо, например, принимать решения о распределении функций между персоналом и АСУ, выборе способа коммуникации внутри группы обслуживающего персонала, о качестве и количестве информационных моделей, необходимых для предъявления оператору АСУ в процессе функционирования системы, рассмотреть требования к подсистеме ФИПРО и т. д. Все факторы влияют друг на друга, и степень их влияния должна быть оценена проектировщиками, чтобы оценить альтернативы прежде, чем прийти к окончательному решению. Процесс оценивания подходящих альтернатив является итеративным и продолжается до тех пор, пока не будет накоплена достаточная для принятия решения информация по каждой системе, подсистеме, пультам управления при проектировании. Окончательно рассмотренную и расположенную в определенном порядке проектную информацию предыдущей стадии проектирования используют на последующих стадиях. У группы проектировщиков должна быть уверенность, что применяемые при проектировании оборудование и технические решения имеют достаточную новизну и отражают современное состояние технологического уровня развития техники и технологии, а предложенный для реализации набор ЭТ использует современные методики и могут быть реализованы в новом разрабатываемом проекте производственной системы.

2.3.1. Стадия «Формирование требований к АСУ»

На начальной стадии проектирования выделяют следующие этапы работ:

- обследование объекта и обоснование необходимости создания новой АСУ;
- формирование требований пользователей (экспертов) к новой АСУ;
- оформление отчета о выполненной работе и разработка технического задания (ТЗ) на разработку АСУ.

Обследование – это изучение и анализ организационно-штатной структуры предприятия, его деятельности и существующей системы сбора, обработки и преобразование информации не только для обслуживающего персонала, но и для нужд предприятия. Материалы, полученные в результате обследования, используются для:

- изучения объекта автоматизации;
- проведения необходимых научно-исследовательских работ;
- разработки вариантов концепции АСУ, удовлетворяющих требованиям пользователей (заказчика);
- оформления отчета и утверждения концепции.

Затем производится проектирование АСУ, в процессе которого выполняются работы следующие работы:

- составление технического задания на разработку систем;
- разработка технического и рабочего проектов систем;
- обоснования разработки и поэтапного внедрения систем.

При проведении обследования необходимо обратить особое внимание на следующие вопросы, в частности, ЧТО обследуем, ГДЕ и КОГДА?

1. С какой целью ведется разработка новой АСУ и какую выгоду стремится извлечь Заказчик посредством введения автоматизации процесса?
2. Какова предлагаемая схема процесса, которая подлежит автоматизации с помощью создаваемой системы?
3. Каковы основные пользовательские функции и задачи системы?

Следует обратить внимание, что составление документа в письменном виде позволяет сформулировать мысль на совершенно ином качественном уровне, чем при устном обсуждении. В процессе обсуждения остаются неохваченными многие детали, часть информации забывается и позже упускается из виду. А написанный документ сохраняет все предложения, высказанные Заказчиком. Составление документов — дело кропотливое и иногда неприятное, но оно того стоит. Мысль ценна только тогда, когда она сформирована, а сформирована она тогда, когда зафиксирована на бумаге.

Обычно под предпроектным обследованием понимают изучение АСУ предприятия-аналога, его структуры, функций, организации взаимодействия между отделами, цехами, используемой технологии производства и технологических объектов управления (ТОУ), степень оснащенности производства современным микропроцессорным оборудованием, компьютерными программами. Это техническая сторона вопроса.

С точки зрения эргономики должен быть изучен целый ряд вопросов, начиная с изучения организационно-штатной структуры подразделений предприятия, количества и уровней квалификации обслуживающего персонала, качества информационных моделей АСУ, степени загрузки операторов и обслуживающего персонала, оценки профессионально важных качеств специалистов различных уровней управления, наличием у персонала проф. заболеваний, полученных в результате длительной эксплуатации этого оборудования, режимов труда и отдыха и т. д.

В результате обследования формируется пакет документов, описывающий различные стороны деятельности персонала предприятия и функционирования АСУ в целом. Центральным (а зачастую единственным) документом обычно является документ под названием «Концепция автоматизированной системы».

Разрабатывая собственную структуру Концепции, за основу можно взять отчет, подготавливаемый согласно [4] на стадии «Формирование требований к АС» (см. стандарт [27]). «Концепция автоматизированной системы» может содержать от 2-х до 30-ти страниц. Все зависит от постановки задачи. «Концепция», как правило, согласовывается с Заказчиком и только на основании этого можно разрабатывать «Техническое задание».

2.3.2. Стадия «Разработка концепции»

На этой стадии производится изучение объекта автоматизации и проводятся необходимые научно-исследовательские работы (НИР). Разработчики систем автоматизации проводят детальное изучение объекта и результатов исследований, полученных в процессе проведения научно-исследовательских работ, связанных с поиском путей оптимальных решений и оценкой возможности его реализации с учетом требований Заказчика. Результаты оформляются в виде Отчета и утверждаются Заказчиком.

На этапе разработки вариантов концепции АСУ в общем случае проводится разработка альтернативных вариантов создаваемой системы и планов их реализации; оценка необходимых ресурсов на их реализацию и обеспечение функционирования; оценка преимуществ и недостатков каждого варианта; сопоставление требований Заказчика и характеристик предлагаемой системы и выбор оптимального варианта; определение порядка оценки качества и условий приемки системы; оценка эффективности проектируемой автоматизированной системы. На последней стадии разработки концепции в соответствии с требованиями ГОСТ предлагается в общем случае разработать 2–3 альтернативных варианта и плана по их реализации; оценить преимущества и недостатки этих вариантов, а также объем необходимых для реализации этих концепций финансовых средств, т. е. разрабатывать технико-экономическое обоснование для реализации каждой предлагаемой концепции.

Для оценки качества каждой из концепций целесообразно привлекать экспертов, проводить сравнительный анализ эффективности на аналогичных АСУ, в том числе на зарубежных аналогах.

В плане эргономического обеспечения проектирования на данном этапе производится комплекс мероприятий, направленных на изучение перечня вопросов, связанных с ролью и местом человека-оператора в проектируемой человеко-машинной системе (ЧМС), оценивается приблизительное организационно-штатное расписание персонала, распределение функций между человеком (группой операторов) и машиной, состав и уровни квалификации персонала, обслуживающего различные подсистемы АСУ, возможный перечень

и количественные характеристики профессионально-важных качеств операторов и обслуживающего персонала с использованием существующих методик профессионально-психологического отбора персонала, основанного на данных опросов персонала на аналогах.

2.3.2.1. Формулировка целей (анализ требований к системе)

В случае разработки нового проекта при анализе требований к системе следует учитывать информацию, касающуюся продукции и производительности технологического процесса совместно с информацией и ограничениями, относящимися к персоналу, которые будут работать в проектируемой производственной системе. Если уже существуют идентичные или похожие системы, то это дает возможность получить информацию о проблемах, связанных с проблемами эргономического характера, возникающих в этих реальных системах; можно также получать информацию и из других имеющихся источников информации и эргономических исследований, проводимых специализированными группами исследователей. Существующие эргономические методики и технологии позволяют получать необходимую информацию о состоянии производственной рабочей среды, особенно в условиях вредного производства, а также применение других способов оценки рабочих мест, например, наблюдения на рабочем месте, интервью и т. д.

После сбора и анализа полученной информации должна быть создана Программа работ (при необходимости), включающая данные о потребностях, требованиях, спецификациях системы, относящихся как к деятельности персонала, безопасности, здоровью, удобству их работы, так и к требуемым техническим характеристикам новой производственной системы. Каждый элемент или компонент системы, который может влиять на работу человека или системы в целом, должен быть описан во всех режимах функционирования, при техническом обслуживании и ремонте.

2.3.2.2. Анализ и распределение функций между персоналом и АСУ

Когда требования к новой системе определены, то следующим шагом последующей стадии проектирования является установление функций, которые должна выполнять система для реализации этих требований. Как только эти функции установлены, то должны быть приняты технические решения относительно их распределения между людьми и системой управления. Это делается для обеспечения того, чтобы каждая функция выполнялась эффективно для успешного выполнения поставленных ранее перед производственной

системой задач. При этом следует учитывать, что коэффициент загрузки персонала должен находиться в пределах 0,7–0,8 от объема рабочего времени.

Выработка решений по распределению функций обычно включает анализ возможностей и ограничений системы для обеспечения того, чтобы требования, учитывающие как человеческий фактор, так и технические составляющие проектируемой системы, были выполнены. В результате такого анализа и последующего распределения функций между оператором (персоналом) и системой управления должны быть созданы рабочие места и определены рабочие задачи и функции в такой степени, чтобы достигался требуемый уровень производительности системы, создавалось удобство и безопасность работы персонала в процессе функционирования системы, а также благотворно сказывалось на здоровье персонала, исключалось формирование профессиональных заболеваний.

Для решения таких задач применяют соответствующие эргономические методы и процедуры, такие как диаграммы, средства оценки, компьютерные модели человека и лабораторные испытания, применяются методы самотографии. Таким образом, решение задачи по распределению производственных функций между персоналом и между человеком-оператором и АСУ должно приводить к первичному формированию рабочих мест персонала и распределению рабочих задач и функций на основании эргономических принципов.

2.3.2.3. Концепция проекта

После завершения процедуры выбора и предварительного распределения функций между персоналом будущего производства в соответствии с техническими решениями относительно функционирования АСУ и оборудования, эти решения должны быть отображены в концепции проекта, которая четко выделяет и демонстрирует структуру производственной системы и взаимосвязи между образующими ее элементами. Каждая такая концепция должна разрабатываться в соответствии с человекоориентированным подходом к проектированию АСУ. В качестве варианта решения задачи можно использовать современные математические методы и специализированные программы, позволяющие достаточно четко и всесторонне строить модели будущего производства и оценивать степень загруженности персонала по контролю, управлению и обслуживанию систем. (Например, программа «Бизнес-студии», раздел «Производство», Типовая структура бизнес-процессов).

Для выполнения функций, закрепленных за персоналом, должны быть созданы соответствующие условия: определены производственные задания,

выполняемые работы и соответственно этим функциям организовано производство. Разработка такого организационного обеспечения составляет основу той части проекта, которая относится к организационной эргономике.

Для эффективного функционирования проектируемой системы в соответствии с присущими ей функциями должны быть выбраны оборудование, средства труда (включая программные средства), рабочие станции и создана комфортная рабочая среда. Это основа той части проекта, которая относится к его техническому компоненту [22].

Эргономические методы и методики, которые могут применяться для разработки концепции, включают: моделирование с использованием метода соматографии, методики анализа рабочих заданий, масштабированные модели и модели в натуральную величину (при необходимости), групповые обсуждения.

2.3.2.4. Детальный анализ

В этом подразделе приведены отдельные компоненты, составляющие проектируемую производственную систему, для того, чтобы обеспечить лучшее понимание сферы деятельности и требования эргономического проектирования производственных систем. При таком виде проектировании рассматриваются следующие его компоненты:

А. Проектирование организации производства.

Б. Разработка рабочих заданий.

В. Укрупненное проектирование рабочих операций (алгоритмов деятельности).

Г. Проектирование рабочей среды.

Д. Проектирование производственного (основного и вспомогательного) оборудования, рабочих мест операторов и персонала, аппаратных и программных средств.

Е. Проектирование рабочего пространства и автоматизированных рабочих мест.

Проектирование должно вестись с учетом взаимозависимости перечисленных компонентов. Состав приведенного списка компонентов не является обязательным для процесса проектирования. Обычно для получения оптимального решения в процессе проектирования требуется провести несколько итераций.

А. Проектирование организации производства

Отдельные виды деятельности и производственные системы оказывают влияние друг на друга. Рассмотрение такого влияния должно вестись в той мере, в какой одни производственные подсистемы создают ограничения и оказывают влияние на работу других систем. Необходимо принимать во внимание то

воздействие, которое могут оказывать указанные факторы на организацию производства, на работу систем, а также и на обслуживающий персонал.

При эргономическом проектировании следует учитывать те взаимосвязи между различными элементами производственной системы, которые оказывают воздействие на состояние человека. Многие факторы могут иметь значимое влияние на организацию производственной системы из отдельных производственных процессов. Если воздействие выявленных факторов приводит на выходе системы к нежелательным результатам, не соответствующим установленным требованиям, то должны быть найдены альтернативные конструкционные или эргономические решения.

Б. Разработка рабочих заданий

Когда производится преобразование функций, распределенных между людьми, в рабочие задания, проектировщик должен достигать следующих целей:

- идентификации производственного опыта человека и возможностей рабочего коллектива;
- обеспечения использования персонала различных профессий, квалификации и возможностей;
- разработанные рабочие задания должны вносить значимый вклад в функционирование всей производственной системы, включающей персонал;
- обеспечения персоналу с соответствующим уровнем самостоятельности выполнения функций в установлении очередности, темпа и порядка действий;
- обеспечения достаточной обратной связи на необходимом вербальном уровне для выполнения рабочих заданий, т. е. получение достаточно быстрого отклика системы на его действия;
- обеспечения возможности повышения квалификации и овладения новыми навыками и профессиями для расширения возможностей выполнения рабочих заданий;
- исключения недогрузки или перегрузки рабочих, ведущей к излишнему и неумеренному рабочему напряжению, утомлению и ошибкам;
- исключения повторений, которые могут вести к несбалансированному рабочему напряжению, физическим расстройствам, ощущению монотонности, пресыщения, скуки или неудовлетворенности;
- исключения изолированности без предоставления социальных и производственных контактов.

В. Проектирование рабочих операций (алгоритмов деятельности)

Рабочие операции (алгоритмы деятельности) должны быть спроектированы таким образом, чтобы способствовать достижению целей

производственной системы, в том числе достижению оптимальной общей рабочей нагрузки на обслуживающий персонал. В случае, если разрабатываемый проект имеет ограничения, или недостаточно данных для построения индивидуальных рабочих заданий, которые не могут полностью удовлетворять эргономическим требованиям, результатом которой должен быть оптимальный уровень рабочей нагрузки, эта задача должна быть решена посредством корректировки алгоритмов деятельности. Результатом дисбаланса между рабочей нагрузкой и возможностями персонала может быть его недозагрузка или перезагрузка, а это приведет к понижению эффективности труда, чего следует избегать.

В качестве основы для проектирования алгоритмов деятельности рекомендовано применять наиболее разработанную в части описания и апробированную в практическом проектировании функционально-структурную теорию СЧМ [20].

Общий уровень физической или умственной нагрузки зависит не только от сложности СЧМ, но также и от сочетания индивидуальных рабочих заданий в общей работе коллектива, содержании и повторяемости рабочих операций и возможностей оператора по контролю над рабочим процессом.

Таким образом, внимание проектировщиков должно быть направлено на достижение целей, разработанных при проектировании рабочих заданий. Эти же цели относятся и к проектированию рабочих операций (АД). Если эти цели не воплощены в адекватных технологических операциях, то рабочий процесс необходимо дополнить одним или несколькими нижеследующими способами, улучшающими качество процесса:

- планирование достаточного количества перерывов, организованных или неорганизованных;
- смена деятельности, например, ротация рабочих операций на сборочном конвейере или внутри рабочей бригады;
- выполнение одним человеком нескольких последовательных рабочих операций (расширение рабочих операций), относящихся к одному системному процессу, например, выполнение нескольких операций процесса сборки, совмещение нескольких взаимосвязанных задач;
- выполнение одним человеком нескольких последовательных рабочих операций (обогащение рабочих операций), относящихся к различным системным процессам, например, операций сборки, проверки качества и устранения дефектов.

Г. Проектирование рабочей среды

Производственная среда должна быть спроектирована и должна поддерживаться таким образом, чтобы физические, химические, биологические и другие вредные факторы не оказывали отрицательного воздействия на людей, а способствовали сохранению их здоровья, а также развитию их способностей и готовности выполнять стоящие перед ними задачи.

Для формирования рабочей среды следует использовать, по мере возможности, объективные факторы и субъективные оценки специалистов, осуществляющих контроль за параметрами окружающей среды на предприятиях профильной промышленности. Внимание проектировщиков должно быть направлено как на то, чтобы окружающая рабочая среда оставались в установленных пределах для поддержания здоровья и хорошего самочувствия персонала, так и на влияние, которое оказывает рабочая среда на безопасное и эффективное выполнение рабочих заданий. Например, высокий акустический фон может скрыть полезный акустический сигнал, тогда как подходящее освещение может улучшить качество визуального контроля. Кроме того, обслуживающий персонал должен иметь возможность изменять некоторые параметры окружающей среды (например, освещение, температуру, влажность воздуха), создавая для себя более комфортную обстановку для выполнения поставленных задач.

Необходимо признать, что социальные, культурные и этнические факторы могут оказывать влияние на эффективность проекта и организацию производства. Это влияние может быть весьма широким, включающим такие разнообразные вопросы как, например, требования к рабочей одежде; требования к материалам, используемым в рабочем процессе; день и час проведения работ.

Все эти вопросы должны быть приняты во внимание при проектировании производственной системы.

Социальное и семейное положение также может оказывать влияние на безопасность и производительность. Например, обеспокоенность семейными проблемами может отвлекать внимание, вызывая предрасположенность рабочих к ошибкам.

Д. Проектирование рабочего оборудования, аппаратных и программных средств

В настоящее время проектирование любой системы неразрывно связано с необходимостью разработки оборудования и средств автоматизации на основе микропроцессорной техники с применением искусственного интеллекта. Как правило, для принятия решений оператором АСУ интерфейс должен

обеспечивать такое взаимодействие и обмен информацией между персоналом и системой управления оборудованием.

Главными компонентами при таком взаимодействии являются средства отображения информации и средства управления. Ими могут быть обычные приборы (индикаторы, мнемосхемы, показывающие приборы) или компоненты видеодисплейных терминалов [21]. Поэтому информационные модели, отражающие технологический процесс, и сам интерфейс должен быть спроектирован с учетом человеческих возможностей для приема, переработки информации (зрительного, слухового, тактильного анализаторов) [30]:

- интерфейс должен обеспечивать своевременной и адекватной протекающим в системе процессам информацией для быстрого общего обзора, и для обеспечения детальной информацией о параметрах работы системы;

- элементы интерфейса, которые должны быть в зоне досягаемости (при тактильном управлении системой), должны быть спроектированы так, чтобы они были легко доступны и управляемы, а те, которые должны быть в зоне видимости, должны быть спроектированы так, чтобы за ними можно было бы легко наблюдать [13];

- все сигнализаторы состояния работающего оборудования, дисплеи и средства управления должны располагаться в оптимальных для работы диапазонах и работать таким образом, чтобы, по возможности, уменьшать вероятность ошибок персонала;

- сигнализаторы и дисплеи должны быть выбраны, спроектированы и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с характеристиками человеческого восприятия и выполняемыми заданиями;

- средства управления должны быть выбраны, спроектированы и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с характерными особенностями (в частности, телодвижений) той части персонала, которая осуществляет управление процессом и выполняет задания. Требования к квалификации персонала, скорости и физической силе также должны быть приняты во внимание;

- средства управления должны быть выбраны и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с имеющимися стереотипами действий персонала,

динамикой управляемых процессов и их пространственной реализацией в производственной системе;

- средства управления должны быть расположены достаточно близко для корректного управления в том случае, когда воздействие оператора на эти средства происходит одновременно или является последовательным и быстрым. Однако они не должны быть расположены слишком близко из-за возникновения риска неосторожного неверного управляющего воздействия или должны иметь средства защиты «от дурака».

Е. Проектирование рабочего пространства и автоматизированных рабочих мест

Е. 1. Общие положения

Рабочий проект должен предусматривать как стабильность рабочих поз персонала, так и их мобильность. Персонал должен быть обеспечен надежным и безопасным производственным инструментом и оборудованием для обслуживания системы.

Проектирование рабочих мест должно включать в себя рассмотрение размеров человеческого тела, рабочих поз, мускульных усилий и движений. Например, необходимо достаточное пространство, чтобы обеспечивать выполнение рабочих заданий в удобной рабочей позе посредством эффективных движений, возможность вариаций рабочих поз и свободный доступ к оборудованию. Рабочие позы не должны вызывать утомление, которое может возникать из-за продолжительного статического мускульного напряжения. Допустимы определенные варианты рабочих поз [17].

Е. 2. Размеры и положение человеческого тела

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- проект рабочего места должен учитывать любые ограничения, связанные с размерами человеческого тела предполагаемых работников, также при этом следует принимать во внимание особенности их рабочей одежды и других необходимых рабочих предметов (инструмента);

- в случае производственного задания достаточной продолжительности персоналу должна быть предоставлена возможность выбора между рабочими позами «сидя» и «стоя». Если же можно выбрать только одну из них, поза «сидя» обычно оказывается более предпочтительной, однако рабочая поза «стоя» может быть вынужденной вследствие необходимости выполнения требований технологического процесса. Для продолжительных заданий склоненная поза или поза «на коленях» должны быть исключены.

- если требуется значительное мускульное напряжение, то последовательность прилагаемых рабочим усилий должна быть краткой по времени и несложной в исполнении, и это обеспечивается путем выбора подходящей рабочей позы и соответствующей опоры для тела. Такая ситуация характерна, в частности, для работ, требующих высокой точности движений.

- при проектировании рабочего места и производственного задания следует помнить о недопустимости появления профессиональных заболеваний персонала, предусмотреть мероприятия по их исключению или сокращению.

Е. 3. Мускульное усилие

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- требования к мускульным усилиям должны быть совместимыми с возможностями человека и должны учитывать имеющиеся научные данные о соотношениях между мускульными усилиями, частотой их приложения, рабочей позой, утомлением и пр.;
- при проектировании рабочих операций должны быть исключены излишние и чрезмерные напряжения в мускулах, суставах, связках, дыхательной и кровеносной системах;
- возможности задействованных групп мышц должны быть таковы, чтобы воспроизвести необходимое усилие. Если требуемое усилие является чрезмерным, то в проектируемую производственную систему должны быть введены дополнительные источники энергии или в проектируемых рабочих операциях должно быть предусмотрено использование необходимой мускульной мощности.

Е. 4. Телодвижения

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- движения рабочего должны быть хорошо сбалансированы; телодвижения предпочтительнее длительной неподвижности;
- частота, скорость, направление, габариты тела или движения конечностей должны быть в анатомических или физиологических пределах;
- движения с высокой точностью не должны предполагать использование значительных мускульных усилий;
- выполнению и упорядочению движений помогает использование в процессе работы соответствующих направляющих приспособлений.

2.3.2.5. Реализация системы эргономического обеспечения при создании пульта управления и информационных моделей интерфейса

При проектировании пультов управления (АРМ) следует применять требования к РМО [10], пультам управления [11], интерфейсу и ИМ [13,15], креслу оператора [14], структуре деятельности человека-оператора (соотношение ручных и логических операций, сложности выполнения логических операций и т. д.) [36].

Используя достижения эргономики при проектировании ПУ и с учетом условий их функционирования появляется возможность повысить эффективность и качество труда, удобство эксплуатации и обслуживания системами, улучшить условия труда, уменьшить затраты физической и нервно-

психической энергии человека-оператора. Эргономический подход к проектированию должен быть ориентирован на человека, т. е. все проектируемые компоненты СОИ, ПУ и самого РМО должны соответствовать характеристикам (профессионально важным качествам) предполагаемых операторов.

Пространственная компоновка рабочего места оператора, величина силы воздействия на органы управления (ОУ), параметры обзорности СОИ определяются положением тела во время работы человека. Каждое из положений характеризуется определенным расходом энергии. Существуют следующие эргономические рекомендации по нескольким характеристикам, учет которых обязателен при проектировании конструкции РМО:

- гигиенические – освещенность и вентилируемость помещения, температурный и влажностный параметры среды, величина напряженности электрического и магнитного полей, токсичность воздуха, шум и вибрация;
- антропометрические – соответствие конструкции ПУ и оборудования размерам и форме человеческого тела и его частей, контактирующих с производственным оборудованием;
- физиологические и психофизиологические – соответствие конструкции ПУ и оборудования силовым, скоростным, зрительным, слуховым, тактильным возможностям человека;
- психологические – соответствие ИМ интерфейса, СОИ ПУ возможностям восприятия и переработки информации, закрепленным и вновь формируемым навыкам и профессионально важным качествам (ПВК) человека.

Указанные выше характеристики человека используют для согласования их возможностей с требованиями, обусловленными особенностями техники и среды обитания.

Рабочее место должно быть организовано для конкретного вида труда и для персонала определенной квалификации, обладающих определенными знаниями, навыками и умениями по выполнению производственных задач с использованием необходимого оборудования.

Проектирование пультов управления неразрывно связано с необходимостью разработки вопросов эргономического обеспечения деятельности человека-оператора. Программа эргономического обеспечения является обязательным документом, устанавливающим комплекс организационно-технических мероприятий и работ, подлежащих выполнению на всех стадиях проектирования и эксплуатации АСУ и ее составных частей.

Результатами выполнения Программы эргономического обеспечения проектирования АСУ должны быть выполнение заданных эргономических требований по всем вопросам эргономического проектирования,

непосредственно связанным с технологическим проектированием АСУ, а также разработка комплекса мероприятий по созданию системы формирования и поддержания работоспособности операторов (система ФИПРО).

Главные конструкторы систем управления являются ответственными за разработку и выполнение Программ эргономического обеспечения, а также за полноту и своевременность выполнения работ, предусмотренных Программой. Обоснование эргономических требований осуществляется в результате анализа назначения, условий эксплуатации, режимов функционирования АСУ в соответствии с возможностями человека.

Выбор состава эргономических требований к АСУ в общем случае осуществляется в следующем порядке. Производится:

- анализ назначения проектируемой системы, климатических зон ее использования и условий применения;
- анализ задач, для выполнения которых предназначена АС;
- определение возможных режимов работы;
- определение предполагаемой роли оператора при выполнении задач;
- определение сложности решаемых задач, тяжести физической и напряженности умственной деятельности операторов на основе данных эксплуатации прототипов и аналогов АС;
- определение и анализ факторов, влияющих на качество деятельности и здоровье операторов;
- установление состава эргономических требований, требований по обитаемости и технической эстетике к группам изделий и материалов с целью оптимизации их параметров, процессов и условий их эксплуатации, а также профессионально важных качеств операторов, необходимых для функционирования системы.

При проектировании оборудования АСУ и организации рабочего места оператора следует учитывать антропометрические показатели мужчин (если работают только мужчины) и женщин (если работают только женщины); в случае, когда оборудование обслуживают женщины и мужчины – их общие средние антропометрические показатели.

Уровень технической эстетики аппаратуры определяется удовлетворением требований к эстетической ценности форм аппаратуры. Соответствие формы аппаратуры ее функционально-техническому назначению представляет собой соответствие композиционных средств и самой формы функциональным особенностям конструкции, технологии изготовления, применяемым материалам, эргономическим требованиям, а также уровень информативности формы и ее элементов.

При выполнении эргономических требований нужно обеспечить:

- удобную и устойчивую позу оператора во время работы;
- уменьшить затраты физических усилий при эксплуатации;
- обеспечить равномерное распределение нагрузки на различные части

тела оператора;

- возможность проведения ремонта и профилактики рабочего оборудования.

В настоящее время существует достаточное количество стандартов, связанных с номенклатурой эргономических требований, которые учитывают принципы и концепции эргономики, набор необходимых эргономических требований. К основным из них относятся:

А) ГОСТ 26387-84 «Система «человек-машина». Термины и определения».

Б) ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 «Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы». В стандарте приведены эргономические принципы, которые следует применять в процессе конструирования. К этим принципам относятся:

- конструирование с учетом антропометрии и биомеханики (размеры, поза и движение тела, физическое усилие);
- конструирование с учетом умственных способностей операторов и обслуживающего персонала;
- конструирование индикаторов, сигнальных устройств и органов управления;
- взаимодействие с физическими рабочими условиями.

Эргономические принципы, методы и данные имеют непосредственное отношение ко всем стадиям создания и использования систем: анализу, проектированию, разработке, испытаниям, оценке, функционированию оборудования.

В) ГОСТ Р ИСО 14738-2007 «Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин».

Стандарт основан на современных эргономических знаниях и антропометрических характеристиках персонала. В стандарте описывается основная рабочая поза оператора и антропометрические данные. Эти данные получают за счет измерения данных человека, находящегося в состоянии покоя, без одежды, не принимая во внимание движения тела, одежду, оборудование или состояние окружающей среды (рис. 2.2).

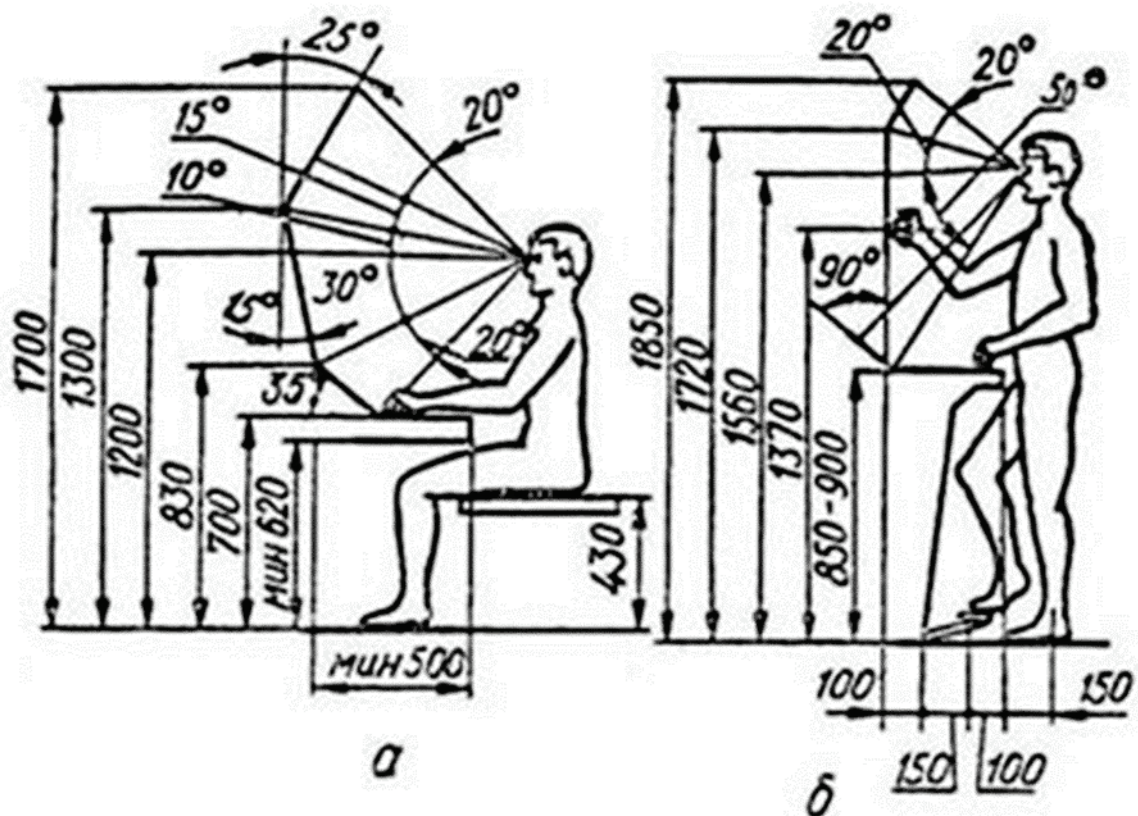


Рис. 2.2. Основные требования по расположению средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ) на пульте управления:

а) положение «сидя», б) положение «стоя»

Рабочее место должно допускать изменение позы оператора чтобы избежать дискомфорта, вызванного сидением в фиксированном положении в течение долгого промежутка времени. При проектировании рабочего места следует учитывать:

- угол обзора;
- расстояние до объекта;
- легкость зрительного различения;
- длительность и частоту задачи;
- любые специальные ограничения, например, ношение очков или средств защиты глаз.

Г) ГОСТ 20.39.108-85 «Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора». Документ описывает требования, направленные на повышение работоспособности и сохранение здоровья оператора. Он содержит информацию об эргономических требованиях, требованиях по обитаемости, требованиях технической эстетики, а также о порядке выбора состава этих требований.

Д) ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Стандарт устанавливает эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении «сидя». Он содержит информацию о размерных характеристиках рабочего места, требованиях к размещению органов управления и средств отображения информации.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение элементов (сиденье, органы управления, дисплеи) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим особенностям персонала, должна обеспечивать выполнение работы в оптимальных зонах досягаемости (рис. 2.3, 2.4). Эти зоны определяют моторное поле, которое, в свою очередь, делится на три зоны: оптимальной досягаемости, соответствующей движениям рук с опертыми локтевыми суставами; легкой досягаемости, соответствующей расслабленным рукам при их движении в локтевых суставах; досягаемости моторного поля, соответствующей движениям в плечевом суставе полностью вытянутых рук.

Зоны расположения ОУ на панелях пульта в горизонтальной плоскости для работы в положении «сидя» приведены на рис. 2.3. Взаимное расположение средств отображения информации и органов управления должно соответствовать требованиям ГОСТ [10].

Пульты управления для работы в положении «сидя» должны иметь пространство для ног оператора с размерами не менее 600 мм по высоте, 400 мм по глубине (на уровне колен), 600 мм по глубине (на уровне пола), 500 мм по ширине. Для удобства работы оператора у пультов должна быть предусмотрена подставка для ног.

Оптимальное расположение лицевой поверхности СОИ относительно линий взгляда оператора и допустимый угол отклонения приведены на рис. 2.4. Основные зоны досягаемости ОУ для положения «стоя» приведены на рис. 2.5.

Для наиболее часто используемых в процессе управления средств отображения информации допустимый угол отклонения их лицевой поверхности от нормальной линии взгляда не должен превышать 15° (рис. 2.6). Оптимальным считается расположение, перпендикулярное нормальной линии взгляда. Величина углов обзора приведены в табл. 2.1. При необходимости обзора пространства поверх пульта управления высота пультов для работы в положении «сидя» не должна быть более 1100 мм от пола.

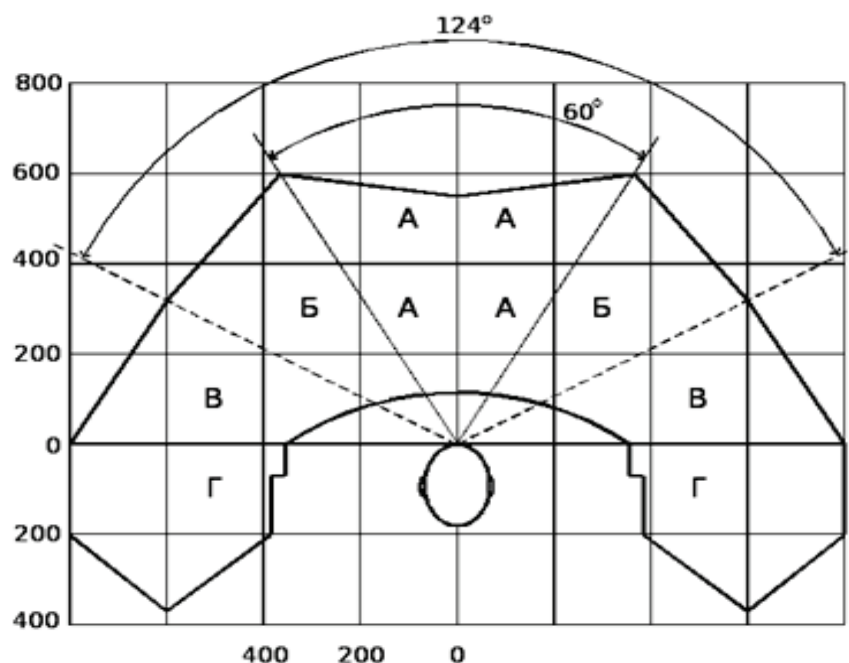


Рис. 2.3. Зоны расположения ОУ на панелях пульта в горизонтальной плоскости для работы в положении «сидя»:

А – зона для расположения наиболее важных и часто используемых ОУ;

Б – зона для расположения нечасто используемых ОУ (в пределах досягаемости); *В* – зона для расположения редко используемых ОУ (в пределах максимальной досягаемости, обзор только при движении глаз и головы);

Г – зона для размещения вспомогательных ОУ (вне пределов досягаемости и обзора из исходного рабочего положения) (по ГОСТ [40, 41])

При необходимости пульты управления могут оборудоваться подвижными ящиками для хранения документации, а также досками для ведения записей и размещения дополнительных переносных приборов. При размещении на панелях пульта органов управления, требующих повышенной точности манипулирования, необходимо предусматривать опорную поверхность для предплечий и кистей (рис. 2.7).

Е) ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком». Документ предназначен для применения при проектировании дисплеев (устройств отображения и воспроизведения информации) и механизмов управления машин. Настоящий стандарт устанавливает общие принципы взаимодействия оператора с дисплеями и механизмами управления, позволяющие минимизировать ошибки оператора и обеспечить эффективное взаимодействие между оператором и оборудованием.

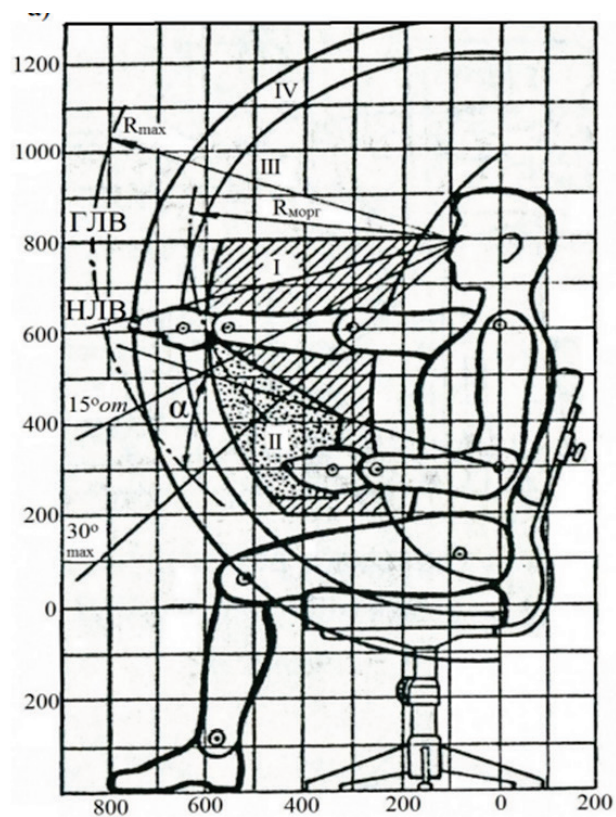


Рис. 2.4. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости [42]

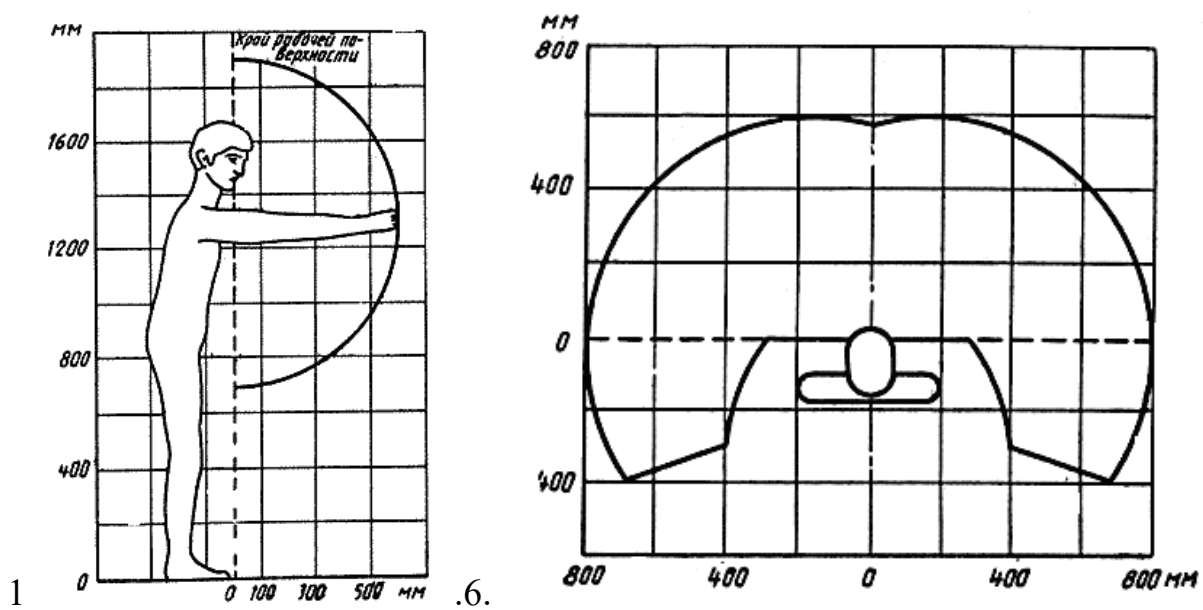


Рис. 2.5. Зоны досягаемости ОУ для положения стоя [43]

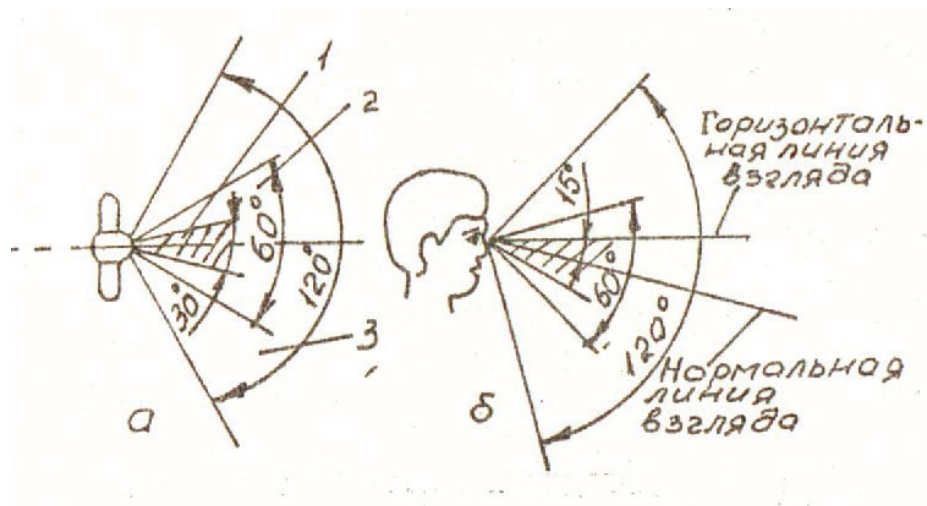


Рис. 2.6. Горизонтальные и вертикальные углы обзора СОИ оператором:
а) горизонтальные, б) вертикальные [43]

Таблица 2.1 – Величина углов обзора

Угол обзора	При повороте глаз	При повороте головы	При повороте головы и глаз
В горизонтальной плоскости*			
Оптимальный	15°	0°	15°
Максимальный	35°	60°	95°
В вертикальной плоскости**			
Оптимальный	15°	15°	15°
Максимальный:			
вниз	20°	35°	70°
вверх	40°	65°	90°



Рис. 2.7. Эргономичная подставка под кисть и предплечье

Для увеличения надежности выполняемых оператором операций, взаимосвязанные органы управления и дисплеи должны быть расположены рядом. Информационные модели и интерфейс компьютерных программ системы «человек–машина» должны быть информативными и понятными. Это означает, что оператор может легко идентифицировать отдельные дисплеи и органы управления и понимать протекание технологического процесса. Дисплеи должны быть расположены так, чтобы они всегда находились в пределах поля зрения оператора. Иногда от оператора требуется выполнение нескольких операций одновременно. Оптимизировать такие действия можно с помощью:

- компактного пространственного расположения дисплеев, а также объединение их в группу, что способствует параллельной обработке информации;
- использования дисплеев, ориентированных на различные типы восприятия, так как предполагается, что они привлекут различные ресурсы внимания.

Пульт управления может иметь звуковой индикатор неречевых сообщений (звонков, ревунов, свистков). Применение таких индикаторов даст оператору возможность выделения сигнала на фоне высокого уровня шума, ускорить быстроту реакции человека на звуковой сигнал, исключить возможность маскировки его другими предупредительными звуковыми сигналами и уменьшить раздражающее воздействие звукового сигнала (громкость тона, длительность звучания) на человека.

Применяемая в процессе проектирования системы кодирования зрительная информация должна быть максимально понятна, быстро принята и обработана оператором. Выполнение операций зрительного поиска,

обнаружение и опознавание сигнала должна осуществляться с максимальной скоростью.

Надписи не должны искажать смысл информации при максимальной краткости. Их выбор зависит от времени, которым располагает оператор, расстояния считывания, уровня освещенности, важности функции, к которой относится надпись.

При проектировании рабочей поверхности необходимо обеспечить возможность быстрой и легкой уборки. Если части тела оператора соприкасаются с поверхностью, ее следует изготавливать из материалов, обладающих низкой теплопроводностью.

Так как правая рука, как правило, более развита и приспособлена для точных движений, то и для управления предпочтительней правая сторона рабочей панели. Если оператор является левшой, то должна быть предоставлена возможность перепрограммирования рукоятки управления с правосторонней на левостороннюю.

Работа оператора на ПУ связана с использованием органов управления, которые, как правило, располагаются на лицевой панели ПУ в определенных зонах или секторах, сгруппированы по функциональному признаку. При выборе органов управления должны учитываться:

- типы управляющих воздействий (дискретные, непрерывные),
- наличие внешних сил (вибраций ускорений, невесомостей),
- наличие у оператора специальной или защитной одежды,
- условия освещенности,
- скорость и точность осуществления управляющих воздействий.

Ж) ГОСТ 22269-76 «Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования». Стандарт распространяется на рабочие места операторов и устанавливает общие эргономические требования. Он содержит общие требования, требования к размещению органов управления, требования к размещению средств отображения информации.

Этим списком не ограничивается перечень ГОСТов по эргономике и перечень эргономических требований. Полный перечень ГОСТов по эргономике представлен в [18 с.66-85, 34].

2.3.3. Стадия «Техническое задание»

На этой стадии производится разработка и утверждение технического задания на создание АС. В разработку технического задания на создание АС входят работы по оформлению, согласованию и утверждению технического задания на АС и, при необходимости, технических заданий на части АС.

Техническое задание – это документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы управления. В соответствии с положениями [4] порядок разработки, состав, структура и оформление технического задания регламентируется [5].

Целью составления ТЗ является выделение перечня задач, стоящих перед Исполнителем при разработке АС, определение времени выполнения данных работ, способов их решения и распределение сфер ответственности между Заказчиком и Исполнителем. Заказчик является инициатором подготовки ТЗ на создание АС. Исполнитель должен четко понимать, чего хочет от него Заказчик, в какие сроки и каков конечный результат должен быть получен. В конечном счете ТЗ – это тот документ, который становится основой при принятии решения Заказчиком на закрытие этапов выполнения проекта по мере их выполнения и о размере и порядке расчета между Заказчиком и Исполнителем. Если ТЗ составлено правильно, то в процессе выполнения работ стороны могут формально подходить к вопросу сдачи-приемки работ. В противном случае характерна ситуация, когда одна из сторон, как правило этой стороной является Исполнитель, оказывается не в состоянии отстоять свои интересы. Данная процедура выполняется для того, чтобы заявленные цели были реализованы и до начала работ по их реализации были однозначно определены критерии, по которым будет осуществляться приемка АС. При разработке технического задания необходимо решить следующие задачи:

- установить общую цель создания АС, определить состав подсистем и функциональных задач;
- разработать и обосновать требования, предъявляемые к подсистемам;
- разработать и обосновать требования, предъявляемые к информационной базе, математическому, программному, метрологическому и эргономическому обеспечению, комплексу аппаратно-технических средств (включая средства связи и передачи данных);
- установить общие требования к проектируемой системе;
- определить перечень задач, стоящих перед создаваемой системой, и перед исполнителями проекта;
- определить этапы создания системы и сроки их выполнения;

- провести предварительный расчет затрат на создание системы и определить уровень экономической эффективности ее внедрения.

С позиции эргономического проектирования на этой стадии закладываются эргономические требования в соответствии с требованиями [7]. Перечень ЭТ к рабочим местам операторов, техническим требованиям к оборудованию, параметрам рабочей среды достаточно велик. Поэтому данный раздел следует тщательно проанализировать с точки зрения целесообразности их включения в ТЗ на АС.

2.3.4. Стадия «Эскизный проект»

На этом этапе производятся следующие виды работ:

- разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям;
- разработка эскизной документации на АС и ее части.

Эскизный проект предусматривает разработку предварительных проектных решений по системе и ее частям. Содержание эскизного проекта задается в ТЗ на систему. Как правило, на этапе эскизного проектирования определяются:

- функции АС;
- функции подсистем, их цели и ожидаемый эффект от внедрения;
- состав комплексов задач и отдельных задач;
- концепция информационной базы и ее укрупненная структура;
- функции системы управления базой данных;
- состав вычислительной системы и других технических средств;
- функции и параметры основных программных средств.

По результатам проделанной работы оформляется, согласовывается и утверждается документация в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию системы. В соответствии с РД [27] документация стадии эскизного проектирования оформляется по ГОСТ 2.106-96 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы».

Выполнение стадии эскизного проектирования не является строго обязательной. Если основные проектные решения определены ранее или достаточно очевидны для конкретной АС и объекта автоматизации, то эта стадия может быть исключена из общей последовательности работ. Если говорить о современной практике проектов комплексной автоматизации, когда речь идет о внедрении типовых систем по типовым схемам, стадия эскизного

проектирования практически всегда объединяется со стадией технического проекта.

На этом этапе разрабатывается ряд вопросов, связанных с деятельностью человека-оператора, в том числе за счет оптимизации:

- структуры взаимодействия между операторами, а также между операторами и техническими средствами деятельности;
- физической, информационной, психологической, умственной нагрузок на оператора;
- условий деятельности, поддержания и восстановления здоровья и работоспособности операторов;
- уровня профессиональной подготовки операторов.

Эргономические требования должны обеспечивать:

а) распределение функций между операторами и техническими средствами в соответствии с их преимущественными возможностями и степенью ответственности решаемых задач;

б) соответствие системы отбора, подготовки и организации деятельности операторов возложенным на них функциям и заданному качеству деятельности (быстродействию, точности, надежности, производительности, согласованности операторов и т. п.);

в) достаточность и достоверность информации о состоянии управляемого объекта, возможность предвидения направлений развития управляемого процесса, оптимальность состава, содержания, кода, темпа обновления, степени обобщения и детализации информации;

г) рациональную и устойчивую рабочую позу оператора, экономию физических усилий при эксплуатации, проведении профилактики и ремонта изделий, а также равномерное распределение физической нагрузки на различные части тела оператора;

д) быстроту и надежность запоминания и воспроизведения логики действий оператора за счет учета при компоновке элементов рабочего места принципов функционального соответствия, объединения, совмещения, последовательности расположения, важности и частоты использования средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ);

е) оптимальное сочетание визуальных, акустических, тактильных и других видов сигналов, их быстрое и надежное обнаружение, различение, опознание и дифференцирование в различных условиях деятельности, в том числе в условиях помех;

ж) надежность поиска, захвата, фиксации, необходимую чувствительность и оптимальные усилия перемещения ОУ при управлении ими, а также

исключение неправильных действий при работе с несколькими однотипными ОУ;

з) надежность обнаружения, наблюдения и рассмотрения объектов при помощи оптических приборов в условиях дня и ночи, снижение искажений изображений, защиту (включая автоматическую) органов зрения оператора от световых вспышек;

и) формирование и совершенствование необходимых навыков и умений оператора или группы операторов в условиях, приближенных к реальным условиям деятельности, с учетом степени ответственности предстоящей деятельности и степени влияния на обучение оператора приобретенных ранее стереотипов мышления и действий;

к) наглядность и иллюстративность специальной и эксплуатационной документации с учетом уровня профессиональной подготовки операторов и соответствие ее заданным условиям эксплуатации (например, при повышенной влажности среды, слабой освещенности, агрессивной среде и т. п.);

л) удобство использования инструмента и приспособлений для профилактических и ремонтных работ с учетом экипировки и условий деятельности оператора;

м) удобство и надежность поддержания связи между операторами, оператором и внешними объектами с учетом воздействия шумовых помех и вибраций.

Требования по обитаемости должны обеспечивать: снижение воздействия на оператора вредных физических, химических, биологических и социально-бытовых факторов на рабочих местах и в обитаемых помещениях с учетом длительности этого воздействия, а также создание условий труда и отдыха, соответствующих характеру деятельности операторов.

Требования технической эстетики устанавливают в виде требований по обеспечению художественно-конструкторского проектирования изделия (группы изделий) с целью оптимальной реализации в структуре и форме изделий функциональных, технико-конструктивных, эргономических и эстетических требований, а также в виде эстетических требований к характеристикам внешнего строения конкретного изделия с целью достижения высокого уровня художественной выразительности, рациональности формы и целостности композиции изделий и интерьеров обитаемых помещений.

Эстетические требования должны соответствовать эргономическим требованиям и дополнять их в части создания на рабочих местах и в обитаемых помещениях функционального, психологического и бытового комфорта, улучшающего эксплуатационные (потребительские) свойства изделия.

Требования технической эстетики должны обеспечивать:

- достижение высокого уровня эксплуатационных (потребительских) свойств изделий и их составных частей, управляемых, обслуживаемых и используемых оператором (потребителем) или влияющих на эффективность деятельности (эффективность восстановления работоспособности) операторов в окружающей предметной среде;

- выявление типологии объектов разработки с выделением основных видов и типов изделий по «человеческому фактору» с целью достижения высокоэффективных контактов оператора (потребителя) с изделиями соответствующих типологических групп;

- установление важнейших пространственно-компоновочных решений, поэлементных и блочно-функциональных членений с таким расчетом, чтобы эти элементы и образцы (базовые модели, базовые модификации) давали необходимое разнообразие комбинаций, отвечающих задачам оптимизации функциональных процессов и создание комфортных условий деятельности оператора;

- проведение типизации и унификации элементов, приводящее к разработке типоразмерных рядов изделий с использованием средств и методов технической эстетики;

- проведение цветофактурного эталонирования материалов и покрытий с целью создания их систем с типизированными цветофактурными характеристиками и функциональными свойствами, позволяющими получать необходимое для выполнения поставленных целей (маскировки, имитации и т.п.) разнообразие решений;

- улучшение восприятия пространства в замкнутых объемах и нейтрализацию неблагоприятных ощущений у оператора в процессе эксплуатации изделия и отдыха;

- создание контрастов интерьеров рабочих зон и зон (помещений) отдыха, соответствующих степени и характеру нагрузки на оператора и т. д.

К изделиям, не являющимся техническими средствами деятельности оператора (например, двигатели, компрессоры, насосы, вентиляторы, генераторы), а также к материалам, применяемым в рабочих зонах и зонах отдыха (например, масла, топлива, изоляционные материалы и покрытия) требования устанавливаются в соответствии с перечисленными выше требованиями исходя из возможного влияния их характеристик (например, уровней шума, вибраций, излучений, приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту) на деятельность и здоровье оператора.

2.3.5. Стадия «Технический проект (ТП)»

На этапе ТП производится выполнение следующих видов работ:

- разработка проектных решений по системе и ее частям;
- разработка документации на АС и ее части;
- разработка и оформление документации на поставку комплектующих изделий;
- разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта.

Если техническое задание регламентирует взаимодействие между Заказчиком системы и Исполнителем, то технический проект – это документ, определяющий порядок взаимодействия между участниками проекта: проектировщиками и программистами.

На основе технического задания (и эскизного проекта) разрабатывается технический проект АС. Технический проект системы – это техническая документация, содержащая общесистемные проектные решения, алгоритмы решения задач, а также оценку экономической эффективности автоматизированной системы управления и перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению.

В плане решения задач эргономического проектирования на этом этапе реализуются требования, заложенные в ТЗ:

- разрабатываются и уточняются алгоритмы деятельности операторов и обслуживающего персонала по всему перечню их функций во всех режимах эксплуатации;

- разрабатываются информационные модели АСУ ТП;

- разрабатываются и реализуются все элементы системы формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) АСУ ТП:

- а) программы подготовки (переподготовки) операторов и обслуживающего персонала;

- б) методики комплектования расчетов операторов;

- в) программы профессионально-психологического отбора с батареями социально-психологических тестов и выявленными профессионально-важными качествами операторов;

- г) программы и методики тренировок операторов при работе на всех режимах эксплуатации АСУ ТП;

- д) компьютерные обучающие системы, компьютерные тренировочные комплексы (симуляторы);

- е) разработка режимов труда и отдыха операторов, связанных с напряженностью деятельности операторов.

- разрабатываются методики эргономической экспертизы по всем вопросам, связанными с принятыми эргономическими решениями.

2.3.6. Стадия «Рабочая документация»

На этом этапе производятся следующие виды работ:

- разработка рабочей документации на АС и ее части, причем одним из требований является то, что она должна быть представлена персоналу на родном языке;
- разработка и адаптация программ, размещенных на экранах мониторов.

Формально стадия «Рабочая документация» находится за границами проектирования АС, поэтому рассмотрим лишь общие характеристики этой и последующих стадий. На этой стадии осуществляется создание программного продукта и разработка всей сопровождающей документации. Документация должна содержать все необходимые и достаточные сведения для обеспечения выполнения работ по вводу информационных систем в действие и их эксплуатации, а также для поддержания уровня эксплуатационных характеристик (качества) системы. Разработанная документация должна быть соответствующим образом оформлена, согласована и утверждена.

2.3.7. Стадия «Ввод в действие». Реализация, внедрение и валидация

Термин «реализация» включает в себя разработку проекта производственной системы, изготовление или закупку оборудования, включенного в этот новый технический проект и монтаж оборудования на производственных площадях. Это понятие включает также точную настройку этого оборудования, учитывающую конкретные производственные условия и особенности задействованного в производственной системе персонала.

Термин «внедрение» (ввод в действие) включает в себя тщательное ознакомление персонала с новой производственной системой, включая их обучение и обеспечение необходимой для обслуживания системы информацией. Должна быть определена ясная процедура перехода от прежней производственной системы к новой, включающая использование при необходимости дублирующей системы.

Документация, предназначенная для использования персоналом, должна быть доступна; инструкции и обучение рабочих способствуют обеспечению быстрого и уверенного перехода к новой системе.

Эргономические принципы должны использоваться на протяжении всего процесса проектирования как превентивное средство обеспечения удобства и безопасности труда для минимизации потребностей в обучении персонала. Для достижения максимальных, всех заложенных в каждом новом проекте

возможностей, обучение, достаточное и соответствующее потребностям ситуации, должно быть обеспечено и в действующей производственной системе.

Валидация системы осуществляется на начальном этапе эксплуатации, на этапе освоения новой системы. Она должна подтвердить, что новая действующая производственная система работает так, как было запланировано проектом. Если разработанный проект достиг намеченных целей в части показателей производительности и эффективности работы, но действующая система оказывает вредное воздействие на здоровье рабочих и условия работы недостаточно комфортны и безопасны, то такая система должна быть спроектирована заново. Персонал, обладающий опытом эксплуатации подобной системы, должны быть вовлечены в процесс ее проектирования и принимать участие в освоении новой производственной системы. Весьма важно, чтобы производственную систему с самого начала процесса разработки рабочей документации проектировали с учетом требований эргономики. Если в процессе освоения устанавливается, что производственная система удовлетворяет заданным критериям эффективности в ущерб здоровью, комфорту и безопасности персонала, то такая система не соответствует требованиям стандарта.

На этом этапе производятся следующие виды работ [6]:

- подготовка объекта автоматизации;
- подготовка (переподготовка) персонала;
- комплектация АС поставляемыми изделиями (программными и техническими средствами, программно-техническими комплексами, информационными изделиями);
- выполнение строительно-монтажных работ;
- проведение пусконаладочных работ;
- проведение предварительных испытаний;
- проведение опытной эксплуатации;
- проведение приемочных испытаний.

Помимо указанных выше мероприятий в рамках реализации выполнения ЭТ к системе АСУ ТП на стадии ввода в эксплуатации производится эргономическая экспертиза (ЭЭ) принятых решений, в результате которой оценивается качество реализации ЭТ. Результаты ЭЭ являются основанием для выработки рекомендаций для внесения усовершенствований как в процесс дальнейшей эксплуатации АСУ ТП, так и в процесс проектирования следующей АСУ.

В процессе начальной стадии эксплуатации систем АСУ ТП необходимо провести эргономическую экспертизу рабочих мест персонала с целью получения экспертной оценки о качестве разработок, выполненных на стадии

проектирования системы. Более подробное описание взаимосвязанных этапов проектирования и разрабатываемых в процессе материалов представлено в Приложении П1. При проведении этих работ целесообразно использовать методики оценки различных эргономических показателей в соответствии с методиками, изложенными в [29, 32].

2.4. Оценка проекта

Реализация эргономических требований в процессе проектирования, выполненная должным образом, оптимизирует эффективность и результативность производственной системы без ущерба здоровью персонала, включенных в эту систему, обеспечит им комфорт и безопасность.

Как дополнение к оценке системы эргономического обеспечения в процессе разработки АС, полезна общая оценка проекта производственной системы для того, чтобы получить полное представление о результатах проекта и извлечь из этого полезную информацию путем сравнения запланированного выхода в начале разработки проекта с фактическим результатом. Необходимо также продолжать мониторинг результативности системы, чтобы предотвратить снижение производительности и ухудшение здоровья персонала. Общую оценку следует проводить при стабильном производственном процессе.

Оценка должна учитывать эргономические характеристики рабочего процесса для того, чтобы создать благоприятную рабочую обстановку для длительного эффективного труда персонала. Многие характеристики системы, относящиеся к результативности процессов, показателям состояния здоровья, уровню комфортности и безопасности работы формируются на основе проводимых измерений и критериев качества, с помощью которых проект системы должен быть оценен и одобрен как пригодный.

Оценочные измерения делятся на следующие категории: здоровье и комфорт, безопасность и эффективность. Для оценки каждой из категорий существуют различные способы и методики оценки. В рамках рассматриваемых в пособии вопросов особое внимание уделено безопасности функционирования систем с точки зрения своевременности и безошибочности работы человека, как звена ЧМС, и всей системы ЧМС в целом, и качеству функционирования – с позиции достижения системой конечной цели функционирования (выполнение планового задания, снижения простоев оборудования, снижение брака выпускаемой продукции).

Как правило, оценка выполнения ЭТ производится на основании разработанных методик ЭЭ. В настоящее время в научно-периодической печати существует достаточное количество методик ЭЭ различных приборов,

устройств, информационных моделей, отдельных видов ЭТ и т.д. Следует понимать, что каждая методика ЭЭ, прежде чем применять ее на новом образце оборудования, должна пройти апробацию и в нее должны быть внесены такие изменения, которые отражали бы особенности вашего оборудования, ваших ЭТ к нему.

Одним из способов оценки качества выполнения ЭТ является экспертная оценка. Одной из апробированных и нашедших практическое применение методик ЭЭ является методика, основанная на применении метода анализа иерархий при проведении групповых экспертиз [32]. Методика основана на практическом опыте проведения и подготовки эргономической экспертизы специализированной человеко-машинной системы. В работе представлены шесть этапов проведения ЭЭ ЧМС, представлен перечень задач, необходимых при выполнении ЭЭ, проблемы, которые возникают в процессе ее проведения, структура и содержание эргономической экспертизы со стороны рабочей группы, определяющей программу и методику экспертизы и отвечающей за ее результативность. Полученный в ходе организации и проведения ЭЭ опыт был обобщен, проанализирован и рекомендован к применению для решения задач, связанных с оценкой эргономического качества человеко-машинных систем.

Кроме представленных выше методик, ЭЭ могут применяться методики, основанные на оценке единичных эргономических показателей. С этой целью могут использоваться существующие ГОСТ.

ГЛАВА 3. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУ ТП

3.1. Реализация системы эргономического обеспечения проектирования и эксплуатация АСУ системами водоканала в период модернизации

В рамках изучения примеров реализации системы эргономического обеспечения проектирования систем АСУ ТП рассмотрим конкретный пример. В 2020 г. специалисты по эргономическому обеспечению кафедры были приглашены в качестве разработчиков информационных моделей для систем диспетчеризации предприятия водоканала (ВК) города. При изучении структуры подразделений водоканала и работы диспетчерского пункта предприятия ВК было выявлено следующее:

В состав предприятия входят подразделения, обслуживающие следующие подсистемы:

1. Подсистема канализационных насосных станций (КНС). Обслуживает 5 насосных станций с полноценным объемом сигналов и дополнительно 7 локальных щитовых затворов на других точках сети ВК. В помещении оператора управления данной системой находится локальная система контроля за работой КНС. В результате модернизации впоследствии в состав подсистемы могут быть введены еще несколько КНС.

2. Подсистема водопроводных насосных станций (ВНС). Обслуживает 8 ВНС и объекты водопроводных очистных сооружений (ВОС). В помещении диспетчера по управлению данной системой находится локальная система контроля за работой ВНС и ВОС. Объекты разнесены территориально и подключены к видеокамерам. В перспективе после модернизации в помещение диспетчерской могут добавиться видеоизображения с других объектов, а также ожидается расширение числа объектов контроля, что приведет к увеличению количества информационных моделей интерфейса.

3. На предприятии развернута клиент-серверная система АСУ ТП под управлением SCADA WinCC v.7.0 SP3 Upd1 (производитель – компания Siemens), посредством которой осуществляется автоматизированный контроль и управление системами ВК города. Клиент-серверная система находится в центральной диспетчерской в помещении ВОС. По объему получаемой и обрабатываемой информации эквивалентна двум первым АРМам.

В помещениях предприятия, разнесенных территориально, организовано четыре рабочих места операторов, осуществляющих круглосуточный контроль за работой системами ВК города, посредством автоматизированных рабочих мест (АРМ).

1. АРМ диспетчера. Установлен в центральной диспетчерской на территории водопроводных очистных сооружений (ВОС). Диспетчер осуществляет контроль за работой оборудования ВОС и руководит другими операторами подчиненных систем ВК на других производственных площадках. В обслуживании – 2 компьютера (рис. 3.1). В оперативном подчинении находится аварийная бригада.



Рис. 3.1. Рабочее место диспетчера АСУ ВК

2. АРМ оператора, отвечающего за работу канализационных насосных станций (КНС). Находится в одном из помещений КНС города. Обслуживающий персонал – оператор КНС. Обслуживаемый компьютер с 1 монитором. В подчинении находится дежурный слесарь-водопроводчик.

3. Дополнительный АРМ, отвечающий за работу водопроводных насосных станций (ВНС) и водопроводных очистных сооружений (ВОС). Находится на территории ВОС. Обслуживающий персонал - сменный мастер ВОС. В обслуживании – 3 компьютера с программным обеспечением (рис. 3.2). Подчиняется диспетчеру.

4. АРМ оператора блока первой ступени очистки. В данный момент не используется, т. к. обязанности оператора переданы на АРМ сменного мастера. АРМ находится в кабинете разработчиков программного обеспечения, используется ими в качестве тестового монитора. В обслуживании – 1 монитор (рис. 3.3).

Все операторы трех автоматизированных рабочих мест работают в посменном режиме, т. к. необходим круглосуточный контроль за работой технологического оборудования.



Рис. 3.2. Рабочее место сменного мастера



Рис. 3.3. Рабочее место оператора блока первой степени очистки

В процессе экспертизы рабочих мест операторов систем ВК, изучения их функциональных обязанностей, представленных для оценки качества информационных моделей АРМ систем ВК, оценки уровня квалификации специалистов, состав применяемого на предприятии оборудования были выявлены основные направления работы по эргономическому обеспечению проектирования новых информационных моделей, а также предложен вариант оптимизации организационно-штатной структуры подразделений, вследствие чего было предложено создание Единого диспетчерского пункта (ЕДП) контроля и управления системами ВК города. Проект Программы повышения качества эксплуатации АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК» в период модернизации приведены в Приложениях П4.

Основанием для начала работ по эргономической экспертизе существующих систем управления системами ВК города являются требования руководящих документов по эргономике в соответствии с принятой Системой эргономического обеспечения эксплуатации АСУ ТП: [7], в частности раздел «Система формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО)» АСУ ТП (стр. 11–12), ГОСТ [10, 37, 39] и т. д. Перечень существующих эргономических ГОСТ и РД приведен в [34].

Для оценки состава рассматриваемого оборудования, его состояния, степени автоматизации технологических процессов, применяемых на предприятии АО «Системы-ВК», качества информационных моделей АСУ системами ВК предложено использовать системный подход и функционально-структурную теорию человеко-машинных систем (ЧМС) [20].

С этой целью произведено построение нескольких структур различного назначения: организационно-функциональной, функционально-структурной, функционально-квалитативной (рис. ПЗ.1–ПЗ.3), отражающих функциональные взаимосвязи между различными уровнями иерархии внутри предприятия. Полученный массив информации впоследствии может быть использован для синтеза новых связей для формирования новых структур, отражающих вновь полученные взаимосвязи СЧМ при условии реализации концепции единого диспетчерского пункта, построении математической модели организации предприятия. В результате такого структурирования получим следующие структуры (рис. ПЗ.4–ПЗ.6).

В чем заключается концепция ЕДП АСУ и контроля системами ВК? Для понимания данного вопроса следует проанализировать текущее состояние применяемого на предприятии оборудования, сложившуюся схему взаимосвязей между персоналом в процессе работы оборудования. Учитывая то, что в настоящее время все системы и оборудование расположены в различных районах города вследствие исторически сложившихся обстоятельств, обслуживающий оборудование персонал также находится в различных частях предприятия. Тем не менее общее руководство всеми работающими подсистемами АСУ системами

ВК в настоящее время осуществляется из диспетчерского пункта, в котором находятся только системы управления и контроля ВОС и ВНС. Контроля за работой других подсистем ВК диспетчер осуществлять не может и принимает решения на основании докладов дежурных операторов по телефону.

В данных условиях каждый дежурный оператор отдельной подсистемы ВК осуществляет управление и контроль за работой только того оборудования, которое находится на его территории. В случае невозможности устранения неисправностей своими силами он информирует дежурного диспетчера о появившейся неисправности, принимает на своем участке прибывшую аварийную бригаду и совместно с ней устраняет неисправность, наблюдая за ходом работ по индикации ИМ своего монитора или на щитах управления оборудованием.

С точки зрения соблюдения эргономических требований к уровню квалификации оператора подсистемы ВК, его навыков и умений по ликвидации нештатных ситуаций на вверенном ему оборудовании, повышенные требования предъявлять нецелесообразно. Оператор владеет в полном объеме информацией об обслуживаемом им оборудовании, имеет четкое представление и определенные навыки по его действиям при ликвидации нештатных (аварийных) ситуаций, владеет навыками контроля и управления с использованием работающей локальной АСУ подсистемой ВК. Такая же ситуация существует и с операторами других подсистем ВК.

Ситуация резко меняется при создании Единого диспетчерского пункта в условиях, когда увеличится количество контролируемых объектов, изменятся потоки информации, поступающие от подсистем ВК в АСУиК. Диспетчер ЕДП систем ВК получит полный доступ ко всей информации систем ВК.

Вследствие увеличения количества информации и необходимости переработки дополнительной информации должно увеличиться количество диспетчеров, обслуживающих ЕДП. Изменятся требования к уровню их квалификации (уровням компетенции): диспетчерам потребуются получить новые знания об обслуживаемых системах, их составе, принципах работы, конструктивных особенностях применяемого оборудования, способах управления и контроля АСУ системами ВК, навыки по управлению персоналом и системами в условиях появления нештатных ситуаций.

Изменение структуры деятельности диспетчеров повлечет за собой изменение не только их профессиограмм, но и изменение состава профессионально-важных качеств человека-оператора. Это потребует более детально подходить к профессионально-психологическому отбору кандидатов на эту должность, подготовить и применять на практике для их отбора батареи психологических тестов. Появление аварийных ситуаций требует от диспетчера повышенной стрессоустойчивости, умение владеть собой в условиях дефицита времени, воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Изменение количества обслуживаемых объектов, подсистем ВК потребует от диспетчера ЕДП АСУ систем ВК новых знаний, навыков и умений по предупреждению появления нештатных (аварийных) ситуаций, а также действиям по ликвидации аварийных ситуаций. С этой целью потребуются разработка новых компьютерных тренажерных комплексов (симуляторов), методик тренировок в различных ситуациях, новых подходов к оцениванию как индивидуальных действий диспетчеров, так и групповых действий диспетчеров и операторов подсистем управления и контроля совместно с обслуживающим персоналом и персоналом аварийной бригады ВК.

Увеличение количества объектов слежения за работающими системами ВК повлечет за собой изменение состава и насыщенности информационных моделей АСУ системами ВК. Требования по полноте получаемой информации, ее достоверности и своевременности остаются главными при разработке новых ИМ. Вместе с тем при составлении новых ИМ требуется более тщательный эргономический анализ существующих ИМ. Необходимо провести оценку качества предлагаемых алгоритмов деятельности и найти оптимальную их реализацию по критериям своевременности и безошибочности выполнения АД, математического ожидания времени их выполнения и дисперсии времени выполнения. Полученные количественные характеристики могут быть положены в основу для разработки нормативов по выполнению практических задач по обслуживанию систем ВК в различных режимах и при ликвидации нештатных ситуаций.

Таким образом, расширение систем автоматизации систем ВК в следствие увеличения количества обслуживаемых объектов и расширения перечня функций по управлению и контролю за работой оборудования неизбежно приведет к изменению организационно-штатной структуры ЕДП АСУиК обслуживающего системы ВК персонала предприятия, изменению их функций, включая диспетчеров ЕДП управления и контроля системами ВК, изменению структуры их деятельности. Решение таких задач невозможно без привлечения научных кадров по эргономическому обеспечению проектирования АСУ ТП. Это требование полностью соотносится с требованиями нового стандарта [28] по охране здоровья персонала и соблюдению техники безопасности на производстве.

В качестве получения исходных данных для определения состава и объема информации для последующего синтеза и формирования новых ИМ интерфейса для АРМ, распределения функций между персоналом подразделения предприятия в [35] было предложено использовать метод морфологических матриц, с помощью которых можно сформировать необходимые для данной группы персонала, обслуживающих системы АСУ ТП, набор ЭТ.

Метод морфологических матриц основан на анализе следующих составляющих эргономического облика человеко-машинных систем:

1. Жизнедеятельность – результирующая взаимодействия всех факторов, связанных с оператором, системой, средой обитания и выполняемой деятельностью. На жизнедеятельность человека в процессе его трудовой деятельности во внешней (рабочей) среде оказывают влияние четыре группы факторов: физические, химические, биологические и социально-бытовые.

2. Квалификация – процесс формирования комплекса профессионально важных качеств (ПВК) специалистов, эксплуатирующих конкретные образцы, исходя из требований получения специалистами необходимых знаний, отработки у них конкретных уровней практических навыков (умений), а также из требований сокращения времени и затрат, необходимых для достижения специалистом необходимого профессионального уровня.

3. Информация – создание информационных моделей (ИМ), т. е. организованных по определенным правилам совокупностей данных о состоянии и функционировании объектов управления и внешней среды.

4. Интерфейс – совокупность программно-аппаратных средств, с помощью которых организуется взаимодействие оператора с системой.

5. Организация – разработка пространственной организации АРМ операторов, выбор параметров кресла оператора, состава вспомогательного оборудования АРМ, номенклатуры запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП).

Организация, информация и интерфейс влияют на эргофункциональность, а жизнедеятельность и квалификация – на эргокомфортность.

Для использования в рассматриваемом варианте модернизации АСУиК систем ВК целесообразно использовать часть информации из предложенного метода. В частности, анализ таблиц 3.7 (Морфологическая матрица для организационной составляющей АРМ), 3.8 (Морфологическая матрица квалификационной составляющей) и 3.9 (Морфологическая матрица средств квалификационной составляющей) [35, стр. 29–32], позволит впоследствии сформировать необходимые требования к системе ФИПРО АСУиК систем ВК.

На основании полученной информации, обследования диспетчерского и операторских пунктов управления и контроля системами ВК предприятия, проведенного опроса персонала в рамках разработки ТЗ на модернизацию систем АСУиК системами ВК было разработано Проект общего технического задания на выполнение работ по модернизации АСУиК и созданию ЕДП АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК» (Приложение П5).

Решение комплексной задачи, связанной с модернизацией оборудования систем ВК города, АСУиК системами ВК и параллельное решение эргономических задач позволит создать эффективную организационно-штатную структуру ЕДП, включающую диспетчеров, операторов контроля вспомогательными системами и обслуживающий персонал. Создание целостной, взаимосвязанной системы профессионально-психологического отбора

диспетчеров, системы переподготовки персонала, сопряженной с эффективной системой практической подготовки операторов с использованием компьютерного тренажерного комплекса позволит существенно улучшить качество обслуживания систем ВК, сократить количество нештатных ситуаций, улучшить морально-психологический микроклимат в подразделении, повысить рейтинг предприятия в городе.

3.2. Пример реализации системы эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации систем АСУ бумагоделательной машины (БДМ) на предприятии ЦБК в период освоения новой техники

Особое место в ряду предприятий занимают предприятия, осуществляющие глубокую модернизацию своего оборудования, полностью заменяющее старое технологическое оборудование на новое, применяющее новые современные системы автоматизированного управления производством. Тем интереснее для специалиста эргономического направления изучать и исследовать АСУ технологическим производством, оценивать качество реализации эргономических требований при проектировании оборудования, систем автоматизации и управления и выполнение предписаний эргономической науки.

Автору пособия посчастливилось принять участие в ознакомлении с работой нового оборудования – БДМ-11 предприятия ЦБК в г. Сегежа (Карелия) после ее полной реконструкции. АО «Сегежский ЦБК» – одно из старейших предприятий в этой отрасли, имеющее длительную историю и прошедшее неоднократную модернизацию производственного оборудования.

История. Комбинат был построен в соответствии с Постановлением СНК СССР от 25 июля 1936 года на берегу озера Выг в Карельской АССР за 28 месяцев. Указом Президиума Верховного совета Карельской АССР от 24 апреля 1939 г. Сегежскому бумажно-целлюлозному комбинату было присвоено имя XVIII съезда ВКП(б). Первая очередь комбината была принята в эксплуатацию в июле 1939 года. Предприятие полностью решило проблему обеспечения растущей экономики Советского Союза тарой из крафт-бумаги, к 1940 году было выпущено 42,8 млн бумажных мешков.

В 1960-е годы на комбинате была проведена крупная техническая реконструкция. В 1964 году была сдана в эксплуатацию 8-я бумагоделательная машина, равная по мощности остальным семи. В 1970-е годы вошли в строй ещё три скоростные широкоформатные бумагоделательные машины, четыре линии непрерывной варки и промывки целлюлозы, новый комплекс по производству 630 млн шт. бумажных мешков в год.

До середины 1980-х годов комбинат оставался главным поставщиком бумажных мешков для промышленности СССР. Кроме сульфатной целлюлозы и

крафт-мешков, было организовано производство обёрточной бумаги, гидролизного спирта, канифоли, скипидара, сульфатного мыла, всходозащитной и армированной битумированной бумаги для агропромышленного комплекса и дорожного строительства.

В 1992 году комбинат был реорганизован в ОАО «Сегежабумпром» с государственным участием. В состав ОАО наряду с ЦБК вошли лесопильно-деревообрабатывающий комбинат «Сегежский», ОАО «Сегежалес», «Валдайлес» и Чупинский ЛПХ.

В 1996 году 57,3 % акций «Сегежабумпрома» приобрела американская компания Stratton Group, которая в 1997 году вошла в состав шведского концерна Assi Domani Group.

Продукция. В ноябре 2015 году началась реализация проекта модернизации Сегежского ЦБК, включающая в себя модернизацию варочной установки №4, строительство новой БДМ и нового МТК. Общая сумма инвестиций по проекту – 200 млн евро, из которых 112 млн евро – стоимость оборудования. Проект явился первым в России за последние 25 лет проектом с установкой новой БДМ-11. В отличие от старого оборудования, которое производилось в Советском Союзе, проектировалось советскими инженерами и изготавливалось из оборудования советского производства, новое оборудование было закуплено в Финляндии в компании «Фойт» и установлено финскими специалистами.

В октябре 2016 года произведена модернизация варочной установки № 4 до 1 150 тонн целлюлозы в сутки. В ноябре 2017 года на новой БДМ № 11 на накат вышла первая бумага. В результате запуска машины производственные мощности на комбинате выросли на 30 % до 360 тысяч тонн мешочной бумаги, создано 195 новых высокотехнологичных рабочих мест.

В январе 2018 года обновлено лесо- и древесно-подготовительное оборудование, модернизирована рубительная машина №1, слешерно-распиловочное устройство, два окорочных барабана и система подачи балансов двух потоков.

В мае 2018 в экспериментальном формате на БДМ-11 впервые выпущена суперпрочная бумага премиум качества. Также в мае впервые в истории отечественной целлюлозно-бумажной промышленности на БДМ-11 выпущена первая партия микрокрепированной белой упаковочной бумаги объемом 130 тонн.

На момент запуска оборудования в опытную эксплуатацию контроль за работой оборудования осуществлялся финскими специалистами с привлечением российских, часть из которых прошли плановое обучение на предприятии-изготовителе и получили допуск к эксплуатации нового оборудования. Через 6 месяцев опытная эксплуатация завершилась, и работники предприятия начали его самостоятельное обслуживание.

Именно на этом отрезке времени, в момент начала самостоятельной эксплуатации автор данного пособия получил возможность более детально познакомиться с производством, обслуживающим персоналом, системами автоматизации и контроля за работой оборудования.

Знания в области эргономики, умение работать с руководящими документами по эргономическому обеспечению проектирования и эксплуатации АСУ ТП, опыт работы с подобными системами управления и контроля позволили произвести достаточно глубокую экспертизу по некоторым эргономическим вопросам и составить представление о степени реализации эргономических требований при проектировании подобных технологических комплексов.

Надо сразу отметить, что, учитывая широту и многообразие вопросов, связанных с применением эргономических знаний, остановимся на некоторых из них.

В первом разделе пособия были рассмотрены этапы проектирования образцов техники, приведен перечень эргономических вопросов, которые должны быть разработаны на различных стадиях проектирования АСУ ТП. Поэтому в данном параграфе будут рассмотрены вопросы, непосредственно касающиеся такого раздела эргономического проектирования как проведение эргономической экспертизы на этапе эксплуатации систем АСУ ТП и вопросы разработки и реализации элементов системы формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО).

Рассмотрим, как реализованы в процессе проектирования и начальной стадии эксплуатации вопросы, имеющие непосредственное отношение к элементам системы ФИПРО АСУ. В ее состав входят элементы, разработка которых должна осуществляться на стадии проектирования систем АСУ ТП:

1. Подсистема профессионально-психологического отбора операторов.
2. Подсистема комплектования групп расчетов операторов.
3. Подсистема подготовки операторов (разработка программ подготовки и/или переподготовки специалистов).
4. Разработка компьютерных тренажерных комплексов (симуляторов), компьютерных обучающих систем, разработка программ тренировок операторов. В этот раздел целесообразно включать разрезные макеты оборудования, демонстрационные и учебные образцы применяемого оборудования КИПиА.
5. Разработка режимов труда и отдыха (при необходимости), требований к среде обитания, в которой функционирует АСУ.

Кратко рассмотрим технологию изготовления бумаги в рамках эксплуатации самой БДМ-11. В соответствии с технологией производства бумажного полотна подготовленная на раннем этапе бумажная пульпа поступает на сетчатый стол, на котором происходит формовка мокрого бумажного полотна

и последующее его направление в виде непрерывной бумажной ленты на сушильные барабаны (рис. 3.4).

Для осуществления функций контроля за работой оборудования на трех участках организованы диспетчерские пункты, задача которых заключается в контроле за работой оборудования на каждом участке.

Диспетчерский пункт (ДП) № 1 представляет собой закрытое помещение, в котором находится рабочая смена. В смену входит 2 диспетчера-оператора по управлению работой сетчатого стола, контролю за параметрами подаваемых в системы сетчатого стола ресурсов, обеспечивающих протекание процесса формирования полотна, и оператор-технолог, который непосредственно следит за качеством подаваемой на стол бумажной пульпы и выходящего с сетчатого стола бумажного полотна, его химическим составом и физическими параметрами.

Диспетчеры-операторы сетчатого стола контролируют работу всех устройств и механизмов сетчатого стола и оборудования, обслуживающего его работу, количеством и параметрами поступающей на стол бумажной пульпы, параметрами подаваемого пара и т. д. Контроль за работой систем осуществляется по информационным моделям технологического процесса, отображаемым на двух мониторах, работающих параллельно.



Рис. 3.4. Внешний вид БДМ-11. Диспетчерский пункт № 1 управления сетчатым столом (на фото – слева)

Информация о состоянии систем и технологических параметрах может быть вызвана в многооконном режиме, что позволяет одновременно осуществлять их контроль обоими диспетчерами. То есть с позиции резервирования работы мониторов требование по дублированию наиболее важного оборудования соблюдено.

На диспетчерском пункте № 2 осуществляется контроль и управление процессом сушки бумажного полотна (рис. 3.5). На этом диспетчерском пункте находятся два диспетчера. В их обязанности входит контроль за процессом сушки бумажного полотна параметрами подаваемого пара, скоростью вращения сушильных барабанов, степенью влажности бумажного полотна и ряд других параметров.



Рис. 3.5. Внешний вид БДМ-11. Участок по управлению процессом сушки бумажного полотна (сам диспетчерский пункт оператора находится за кадром)

На третьем диспетчерском пункте осуществляется контроль за намоткой бумажного полотна на барабан и последующая его транспортировка на участок резки, пакетирования и транспортировки на склад готовой продукции (рис. 3.6, 3.7).



Рис. 3.6. Участок сбора готовой продукции и подготовки для дальнейшей нарезки и расфасовки бумажного полотна



Рис. 3.7. Участок нарезки бумажного полотна и система транспортировки на склад готовой продукции

Для получения ясной картины о степени реализации ЭТ по выполнению требований системы ФИПРО АСУ БДМ-11 с диспетчерами было проведено

собеседование, в ходе которого был задан ряд заранее подготовленных вопросов, которые позволили получить точное впечатление о выполнении этих требований.

Одним из первых вопросов к диспетчерам был вопрос об уровне их образования и практической подготовке. Как выяснилось на первом диспетчерском пункте, оба диспетчера окончили местный колледж по профилю «аппаратчик бумажного производства», несколько лет проработали на этом предприятии на оборудовании, изготовленном в 70–80-х годах XX века. За полгода до пуска нового оборудования БДМ-11 в эксплуатацию им было предложено пройти ускоренный курс обучения под руководством инженеров-супервайзеров, которые ранее прошли подготовку на аналогичном предприятии в Финляндии. После принятия зачетов по работе на новом оборудовании комиссией предприятия они были допущены к работе на оборудовании. Точно такую же подготовку и допуск к эксплуатации прошли диспетчеры 2-го и 3-го ДП.

При проведении беседы с главным технологом бумажного производства выяснилось, что при заключении контракта на поставку оборудования была предусмотрена поставка симулятора (компьютерного тренажерного комплекса), который должен был использоваться для обучения и тренировок диспетчеров всех трех ДП навыкам управления и контроля за работой оборудования, тренировкам по ликвидации нештатных ситуаций. К сожалению, при запуске симулятора произошел сбой в работе оборудования и предприятие-поставщик отозвало симулятор. Таким образом, работники предприятия, обслуживающие АСУ БДМ-11, оказались без возможности проводить необходимую подготовку по эксплуатации оборудования и тренировки по ликвидации нештатных ситуаций.

Особенностью работы высокоавтоматизированной БДМ-11 является непрерывность технологического процесса: с момента подачи бумажной пульпы на сетчатый стол, сушка мокрого полотна до нужной кондиции в сушильных барабанах и постоянная намотка готовой продукции на приемный барабан. Таким образом, диспетчеры должны находиться в постоянной готовности и осуществлять непрерывный контроль за работой оборудования и параметрами подаваемых ресурсов.

Вид деятельности, связанный с непрерывным наблюдением за работающим объектом, называется процессом слежения за работой оборудования, а операторы – операторами слежения. В отличие от операторов слежения радиолокационных станций, которые выполняют работу в течение некоторого ограниченного времени, диспетчеры БДМ-11 осуществляют контроль за работой оборудования постоянно, в течение рабочей смены, которая может длиться от 8 до 12 часов.

Данное обстоятельство существенно влияет на такие характеристики деятельности диспетчера, как внимание, стрессоустойчивость, логическое мышление, скорость реакции на поступающую информацию об отклонении параметров технологического процесса и т. д. Несмотря на то, что технологический процесс полностью автоматизирован и протекает по сути в автоматическом режиме, напряжение оператора достаточно высоко. Что несомненно сказывается на его психологическом здоровье, предъявляет к его психофизиологическим характеристикам повышенные требования, требует введения профессионально-психологического отбора для некоторой категории диспетчеров. Этапы деятельности человека-оператора при приеме, оценке и переработке информации, принятии решения и реализации принятого решения представлены в табл. 3.1.

Используемые при разработке оборудования новые приборы КИПиА и системы автоматизации БДМ-11, зачастую работающие на новых принципах, требуют от обслуживающего персонала новых знаний (компетенций), навыков и умений, которые невозможно получить в сжатые сроки. Эти обстоятельства диктуют необходимость создания для обслуживающего персонала новых программ подготовки (переподготовки). Кроме этого, невыполнение условий контракта по поставкам симулятора для обучения и тренировок должно стимулировать руководство предприятия принятия срочных решений по заключению договора на разработку компьютерного тренажерного комплекса с разработкой методики проведения тренировок обслуживающего персонала и диспетчеров.

Отсутствие разработанной на стадии проектирования системы профессионально-психологического отбора не позволяет проводить отбор диспетчеров с учетом их психофизиологических характеристик, способствующий выполнению ими свои обязанности по безаварийной эксплуатации АСУ БДМ-11.

На основании проведенного опроса персонала цеха предприятия, в котором расположено оборудование АСУ БДМ-11, были разработаны Проект программа повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 и План-график выполнения данной Программы (Приложение 6 и 7). В них изложены основные пункты по реализации программы ФИПРО АСУ БДМ-11.

Табл. 3.1. Этапы деятельности человека-оператора при приеме, оценке и переработке информации, принятии решения и реализации принятого решения

Этапы	Содержание этапа	Выполняемые действия	Влияющие факторы
Прием информации	Формирование перцептивного (чувственного) образа	Обнаружение: выделяется объект из фона. Различение: — раздельное восприятие двух объектов, расположенных рядом, либо выделение деталей. Оpozнание — выделение и классификация существенных признаков объекта	Сложность воспринимаемого сигнала, вид и количество индикаторов, организация информационного поля, размеры изображений, их светотехнические характеристики.
Оценка и переработка информации	Сравнение текущих параметров с идеальной моделью процесса, полученного в результате обучения	Сопоставление заданных и текущих параметров (режимов) СЧМ. Анализ и обобщение информации	Способы кодирования, степень сложности информационной модели, объем отображения, динамика смены информации.
Принятие решения	Формирование последовательности целесообразных, действий для достижения цели на основе преобразования исходных данных	Поиск, выделение, классификация и обобщение информации о проблемной ситуации. Построение текущих образов с рядом оперативных концептуальных моделей. Сопоставление текущих образов с рядом эталонов и оценка сходства между ними. Коррекция моделей. Выбор эталонной гипотезы или ее построение. Принятие принципа и программы действий	Тип решаемой задачи, число и сложность проверяемых логических условий, сложность алгоритма и количество возможных вариантов решения
Реализация принятого решения	Использование выходных «каналов» человека: двигательного (моторного) или речевого	Перекодирование принятого решения в машинный код. Поиск нужного органа управления. Движение руки к органу управления и манипуляция с ним	Число и тип органов управления (ОУ), его характеристики (размер, форма и т.п.), совместимость двигательных операций, компоновка рабочего места, характеристики окружающей среды, индивидуальные характеристики операторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложность вопросов, решаемых на стадиях технического проектирования систем АСУ ТП, не должны препятствовать решению вопросов эргономического проектирования, тесно взаимосвязанных между собой. Только параллельное решение технических задач по разработке оборудования и вопросов эргономического проектирования систем АСУ даст максимально эффективное решение основной задачи – создание эффективной системы АСУ ТП, учитывающей в максимальной степени человеческий фактор. Создание эргономически эффективной АСУ ТП позволит не только повысить производительность всей системы промышленного предприятия, но и сохранить здоровье персонала, неуклонно повышать его профессиональный уровень, сократить количество простоев оборудования, предотвратить развитие профессиональных заболеваний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 34.003-90 ИТ. Автоматизированные системы. Термины и определения. – М: Стандартиформ, 2009.
2. ГОСТ 24.104-85 ЕСС АСУ. Автоматизированные системы управления. Общие требования. – М.: ИПК. Изд. стандартов, 2002.
3. ГОСТ 34.201-89 ИТ. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем – М.: ИПК. Изд. стандартов, 2002.
4. ГОСТ 34.601-90 ЕСС АСУ. Автоматизированные системы. Стадии создания. – М: Стандартиформ, 2009.
5. ГОСТ 34.602-89 ИТ. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – М: Стандартиформ, 2009.
6. ГОСТ 34.603-92 ИТ. Виды испытаний автоматизированных систем. – М: Стандартиформ, 2009.
7. ГОСТ 20.39-108-85. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора. – М: Изд. стандартов, 1986.
8. ГОСТ Р ИСО 26800-2013. Эргономика. Общие принципы и понятия. – М: Стандартиформ, 2014.
9. ГОСТ Р ИСО 6385-2007. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем. – М: Стандартиформ, 2008.
10. ГОСТ 22269-76. Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – М: Изд. стандартов, 1976.
11. ГОСТ 23000-78. Система «Человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования. – М: Изд. стандартов, 1987.
12. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 169-2016. Эргономика взаимодействия человек–система. Часть 220. Процессы обеспечения, выполнения и оценки человеко-ориентированного проектирования в организации. – М.: Стандартиформ, 2017.
13. ГОСТ Р 55241.1-2012 /ISO/TR 9241-100:2010 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 100. Введение в стандарты, относящиеся к эргономике программных средств. – М.: Стандартиформ, 2018.
14. ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – М: Изд. стандартов, 1976.
15. ГОСТ Р ИСО 9241-20-2014. Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 20. Руководство по доступности оборудования и услуг в области информационно-коммуникационных технологий. – М.: Стандартиформ, 2015.
16. ГОСТ Р 56274-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Общие показатели и требования в эргономике. – М.: Стандартиформ, 2019.

17. ГОСТ EN 1005-4-2013. Межгосударственный стандарт. Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 4. Положение тела при работе с машинами и механизмами. – М.: Стандартинформ, 2015.
18. Рожков, В. И. Эргономика в АСУ ТП: учебно-методическое пособие по использованию информационно-справочной системы «Эргономика в АСУ ТП» / В. И. Рожков. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021.
19. Найченко, М. В. Эргономическое обеспечение создания человеко-машинных систем // Биотехносфера, 2015. – № 1 (37). – С. 10–13.
20. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытания: справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашерев, Е. А. Лавров и др.; под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
21. ГОСТ Р 55241.1-2012/ISO/TR 9241-100:2010 Эргономика взаимодействия «человек–система». Часть 100. Введение в стандарты, относящиеся к эргономике программных средств. – М.: Стандартинформ, 2018.
22. ГОСТ EN 1005-4-2013. Межгосударственный стандарт. Безопасность машин. Физические возможности человека. Ч. 4. Положение тела при работе с машинами и механизмами. – М.: Стандартинформ, 2015.
23. Нестеров, А. Л. Проектирование АСУ ТП: методическое пособие. Книги 1, 2. – СПб.: Издательство ДЕАН. 2009. – 944 с.
24. Дятлова, Е. П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебно-методическое пособие. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – 68 с.
25. Федоров, Ю. Н. Справочник инженера по АСУ ТП: проектирование и разработка: учебно-практическое пособие. – М.: Инфа-Инженерия. – 2008. – 929 с.
26. Зинченко, В. М., Мунипов, В. П. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
27. РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. – М.: ИПК. Изд. стандартов, 2002.
28. ГОСТ Р ИСО 45001–2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2020.
29. Шибанов, Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах «человек–техника». – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.
30. Бурков, Е. А. Организация эргономического проектирования новых информационных систем / Е. А. Бурков, П. И. Падерно и др. // Биотехносфера, 2015. – № 1. – С. 3–9.
31. Рожков, В. И. Пути повышения качества подготовки специалистов за счет разработки и внедрения системы формирования и поддержания

- работоспособности операторов АСУ: материалы 3-ей международной научно-практической конференции «Безопасность в строительстве», 23–24.11.2017 г. – СПб: СПбГАСУ, 2017. – С. 46 – 51. <https://elibrary.ru/item.asp?id=34874608>.
32. Бурков, Е. А. Опыт проведения эргономической экспертизы специализированной человеко-машинной системы: материалы XII Всероссийского совещания по проблемам управления / Е. А. Бурков, Н. А. Назаренко, П. И. Падерно, О. П. Сопина. – М., 2014. – С. 6362-6371.
33. Лавров, Е. А. Выбор оптимальных решений при эргономическом проектировании автоматизированных технологических комплексов. – Сумы: ССХИ, 1996. – 96 с.
34. Российский архив государственных стандартов РАГС [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.rags.ru>, свободный — Загл. с экрана (дата обращения: 08.09.2023).
35. Бурков, Е. А. Эргономическое проектирование: учеб. пособие / Е. А. Бурков, Н. А. Назаренко, П. И. Падерно, С. Н. Поздняков, И. В. Раков. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. – 64 с.
36. ГОСТ Р ИСО 10075-2-2009. Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Часть 2. Принципы проектирования. – М.: Стандартиформ, 2010.
37. ГОСТ 30.001-83. Система стандартов эргономики и технической эстетики. Основные положения. – М.: Изд. стандартов, 1983.
38. Федоров, Ю. Н. Основы построения АСУ ТП взрывоопасных производств. Т. 2 – Проектирование. – М.: Синтег, 2006. – 632 с.
39. ГОСТ 26387-84. СЧМ. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2006.
40. ГОСТ 22902-78. СЧМ. Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования. – М.: Изд. стандартов, 1979.
41. ГОСТ 21829-76. СЧМ. Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования. – М.: Изд. стандартов, 1977.
42. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд. стандартов, 1979.
43. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – М.: Изд. стандартов, 1979.

ПРИЛОЖЕНИЕ П1

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АС (в соотв. с ГОСТ [4])

На этапе 1.1 «Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС» в общем случае проводят:

- сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности;
- оценку качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности, выявление проблем, решение которых возможно средствами автоматизации;
- оценку (технико-экономической, социальной и т. п.) целесообразности создания АС.

Результатом данной работы является Отчет об обследовании объекта управления (автоматизации), в котором излагаются вопросы, представленные выше, и пути решения проблем, существующих на аналоге АС. За основу при оценке качества функционирования могут быть взяты экспертные оценки специалистов, длительное время обслуживающих аналог АС.

На этапе 1.2 «Формирование требований пользователя (Заказчика) к АС» проводят:

- подготовку исходных данных для формирования требований к АС (характеристика объекта автоматизации, описание требований к системе, ограничения допустимых затрат на разработку, ввод в действие и эксплуатацию, эффект, ожидаемый от системы, условия создания и функционирования системы);
- формулируют и оформляют перечень требований Заказчика к АС.

На этапе 1.3 «Оформление отчета по выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико-технического задания)» проводится оформление отчета о выполненных работах на данной стадии и оформление заявки на разработку АС (тактико-технического задания) или другого заменяющего ее документа с аналогичным содержанием.

На этапах 2.1 «Изучение объекта» и 2.2 «Проведение необходимых научно-исследовательских работ» организация-разработчик проводит детальное изучение объекта автоматизации и выполняет необходимые научно-исследовательские работы (НИР), связанные с поиском путей решения поставленной задачи и оценкой возможности реализации требований Заказчика, оформляются и утверждаются Отчеты по НИР в соответствии с ГОСТ 7.32-91, п. 1.3 ГОСТ 34.602-89, РД 50.34.698-90.

На этапе 2.3 «Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям Заказчика» в общем случае проводится:

- разработка альтернативных вариантов концепции, создаваемой АС и планов их реализации;
- оценка необходимых ресурсов на их реализацию и обеспечение функционирования;
- оценка преимуществ и недостатков каждого варианта;
- сопоставление требований Заказчика и характеристик предлагаемой системы и выбор оптимального варианта;
- определение порядка оценки качества и условий приемки системы;
- оценка эффективности и качества функционирования АС, которая будет получена в результате проектирования АС.

На этапе «Оформление отчета по выполненной работе» подготавливают и оформляют отчет, содержащий описание выполненных работ на данной стадии, осуществляется описание предлагаемого варианта концепции системы и обосновываются преимущества данного варианта перед другими.

На этапе 3.1 «Разработка и утверждение технического задания на создание АС» проводится разработка, оформление, согласование и утверждение технического задания на АС и при необходимости технических заданий на части АС. При этом в соответствии с ССЭТО АС формируются эргономические требования к системе ФИПРО АС.

На этапе 4.1 «Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям» определяются:

- функции АС;
- функции подсистем, их цели и эффекты;
- состав комплексов задач и отдельных задач;
- концепции информационной базы, ее укрупненную структуру;
- функции системы управления базой данных;
- состав вычислительной системы;
- функции и параметры основных программных средств.

На этапе 5.1 «Разработка проектных решений по системе и ее частям» ген. проектировщик и разработчики смежных систем АС обеспечивают:

- разработку общих решений по системе и ее частям;
- функционально-алгоритмической структуре системы;
- по функциям персонала и организационной структуре;
- по структуре технических средств;
- по алгоритмам решений задач и применяемым языкам программирования, по организации и ведению информационной базы, системе классификации и кодирования информации, по программному обеспечению.

На этапах 4.2 и 5.2 «Разработка документации на АС и ее части» проводится разработка, оформление, согласование и утверждение документации в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию АС.

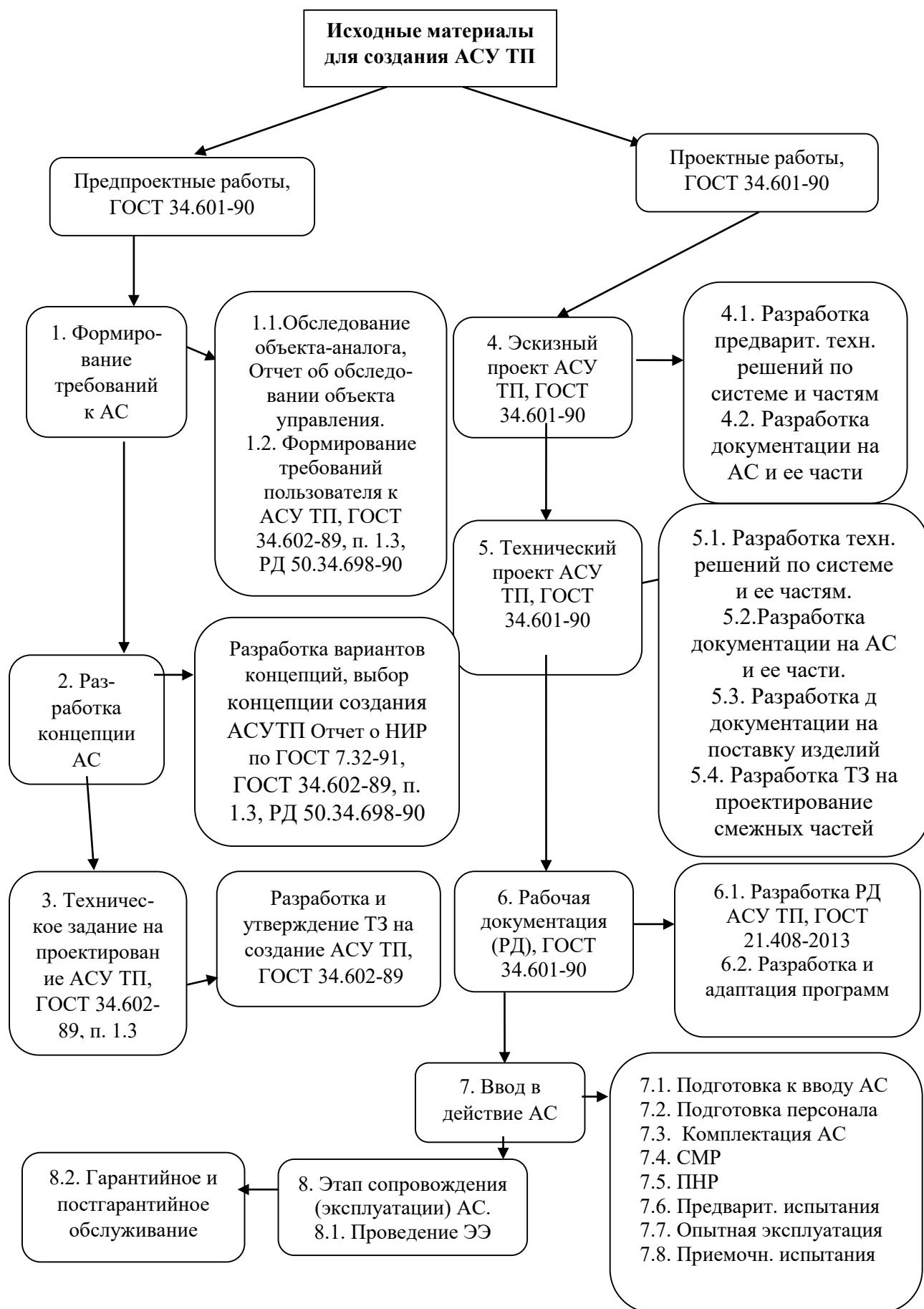


Рис. П1. Исходные документы для создания АСУ ТП

Виды документов указаны в ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».

На этапе 5.3 «Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку» проводится:

- подготовка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС;
- определение технических требований и составление ТЗ на разработку изделий, не изготавливаемых серийно.

На этапе 5.4 «Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации» осуществляется разработка, оформление, согласование и утверждение заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации для проведения строительных, электротехнических, санитарно-технических и других подготовительных работ, связанных с созданием АС.

На этапе 6.1 «Разработка рабочей документации на систему и ее части» осуществляют разработку рабочей документации, содержащей все необходимые и достаточные сведения для обеспечения выполнения работ по вводу АС в действие и ее эксплуатации, а также для поддержания уровня эксплуатационных характеристик (качества) системы в соответствии с принятыми проектными решениями, ее оформление, согласование и утверждение. Виды документов – в соответствии с ГОСТ 34.201-89.

На этапе 6.2 «Разработка или адаптация программ» проводят разработку программ и программных средств системы, выбор, адаптацию и (или) привязку приобретаемых программных средств, разработку программной документации в соответствии с ГОСТ 19.101-77.

На этапе 7.1 «Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие» проводятся работы по организационной подготовке объекта автоматизации к вводу АС в действие, в том числе:

- реализацию проектных решений по организационной структуре АС;
- обеспечение подразделений объекта управления инструктивно-методическими материалами;
- внедрение классификаторов информации.

На этапе 7.2 «Подготовка персонала» проводят обучение персонала и проверку его способности обеспечить функционирование АС. К этому моменту времени должны быть разработаны все элементы системы ФИПРО АС в соответствии с ГОСТ [7].

На этапе «Комплектация АС поставляемыми изделиями» обеспечивается получение комплектующих изделий серийного и единичного производства, материалов и монтажных изделий. Проводят входной контроль их качества.

На этапе 7.4 «Строительно-монтажные работы» проводятся работы по строительству специализированных зданий (помещений) для размещения технических средств и персонала АС; сооружению кабельных каналов; по монтажу технических средств и линий связи; производится испытание смонтированных технических средств и их сдача приемочной комиссии для проведения пусконаладочных работ.

На этапе 7.5 «Пусконаладочные работы» проводится автономная наладка технических и программных средств, загрузка информации в базу данных и проверку системы ее ведения; комплексную наладку всех средств системы.

На этапе 7.6 «Проведение предварительных испытаний» осуществляются:

- испытания АС на работоспособность и соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой предварительных испытаний;
- устранение неисправностей и внесение изменений в документацию на АС, в т. ч. эксплуатационную, в соответствии с протоколом испытаний;
- оформление акта о приемке АС в опытную эксплуатацию.

На этапе 7.7 «Проведение опытной эксплуатации» проводится опытная эксплуатация АС:

- анализ результатов опытной эксплуатации АС;
- доработка (при необходимости) программного обеспечения АС;
- дополнительная наладка (при необходимости) технических средств АС;
- оформление акта о завершении опытной эксплуатации.

На этапе 7.8 «Проведение приемочных испытаний» проводятся следующие работы:

- испытания на соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний;
- анализ результатов испытаний АС и устранение недостатков, выявленных при испытаниях;
- оформление акта о приемке АС в постоянную эксплуатацию.

На этапе 8.1 «Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами» осуществляются работы по устранению недостатков, выявленных при эксплуатации АС в течение установленных гарантийных сроков, внесению необходимых изменений в документацию на АС.

В рамках проверки качества реализации ЭТ при проектировании и создании АС, а также ее составных частей, в том числе и система ФИПРО, производится эргономическая экспертиза (ЭЭ) с привлечением экспертов.

На этапе 8.2 «Послегарантийное обслуживание» осуществляют работы по:

- анализу качества функционирования системы в целом и отдельных ее подсистем, включая качество информационных моделей, корректировка системы ФИПРО АС;
- выявлению отклонений фактических эксплуатационных характеристик АС от проектных значений;

- установлению причин этих отклонений;
- устранению выявленных недостатков и обеспечению стабильности эксплуатационных характеристик АС;
- внесению необходимых изменений в документацию на АС.

ПРИЛОЖЕНИЕ П2

(рекомендуемое)

ПЕРЕЧЕНЬ ОРГАНИЗАЦИЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В РАБОТАХ ПО СОЗДАНИЮ АС

1. Организация-заказчик (пользователь), для которой создается АС и которая обеспечивает финансирование, приемку работ и эксплуатацию АС, а также выполнение отдельных работ по созданию АС.
2. Организация-разработчик, которая осуществляет работы по созданию АС, представляя заказчику совокупность научно-технических услуг на разных стадиях и этапах создания, а также разрабатывая и поставляя различные программные и технические средства АС.
3. Организация-субподрядчик по разработке раздела эргономического обеспечения проектирования АС.
4. Организация-поставщик, которая изготавливает и поставляет программные и технические средства по заказу разработчика или заказчика.
5. Организация-генпроектировщик объекта автоматизации.
6. Организации-проектировщики различных частей проекта объекта автоматизации для проведения строительных, электротехнических, санитарно-технических и других подготовительных работ, связанных с созданием АС.
7. Строительные, монтажные, наладочные и другие организации, участвующие в процессе разработки и создания АС.

Виды структур, отображающих взаимодействие СЧМ АСУиК системами ВК

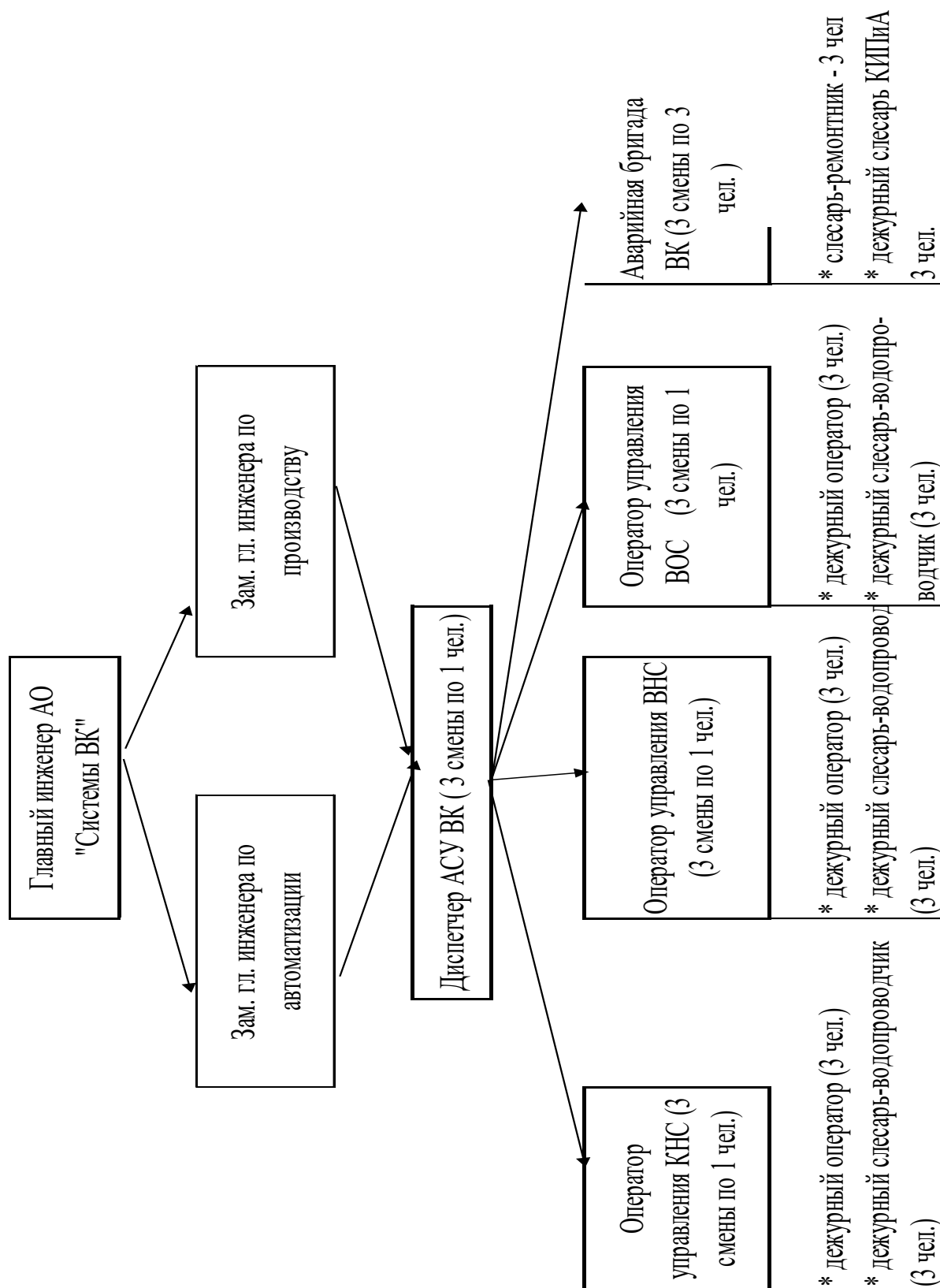


Рис. П.3.1. Организационно-функциональная структура подразделений диспетчерского пункта управления АО «Системы-ВК»

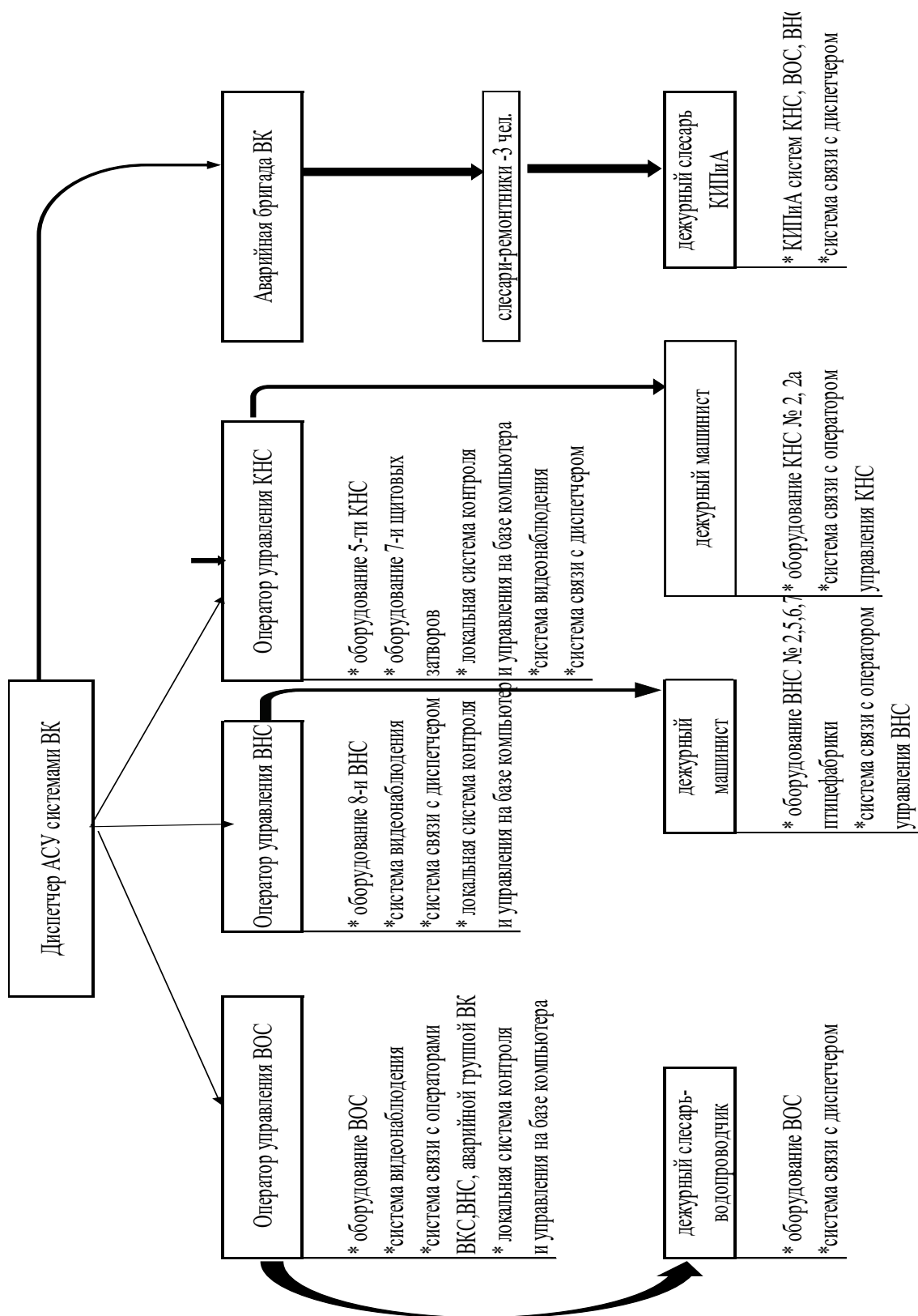


Рис. ПЗ.2. Структурно-функциональная схема подразделений диспетчерского пункта управления системами ВК АО «Системы-ВК»

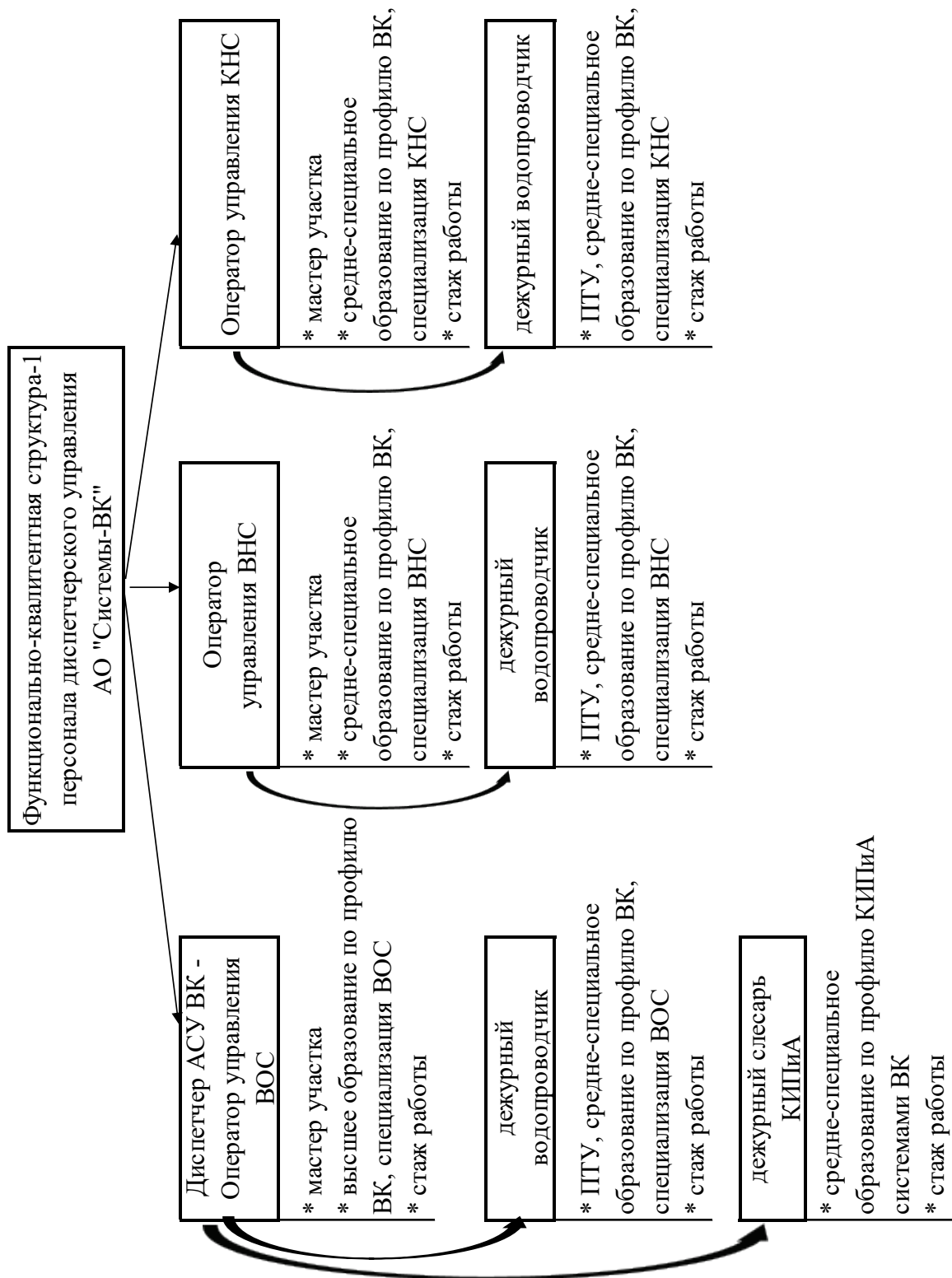


Рис. ПЗ.3. Функционально-квалитативная структура-1 персонала диспетчерского пункта управления АО «Системы-ВК»

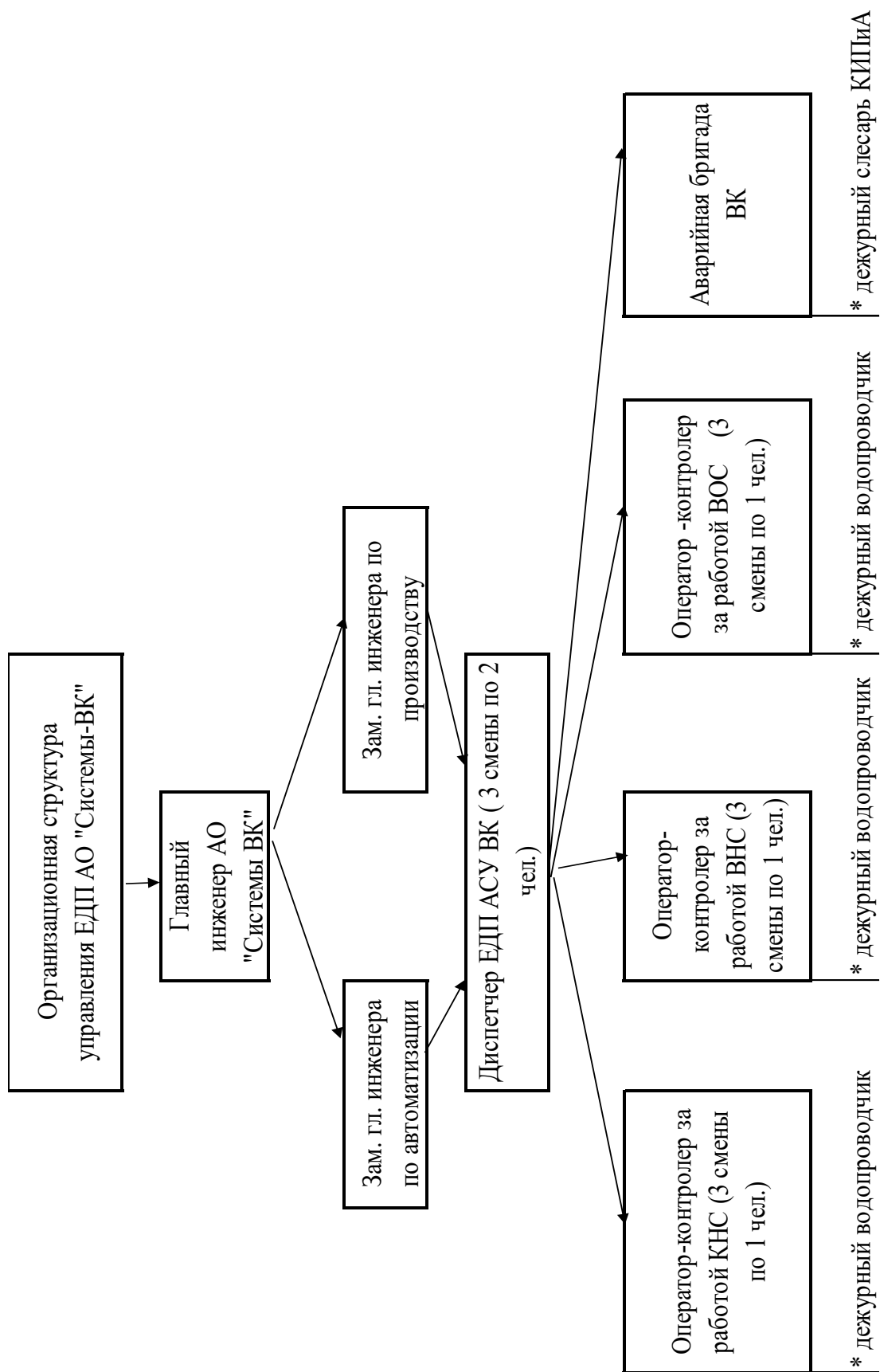


Рис. П.3.4. Организационно-функциональная структура подразделений диспетчерского управления ЕДП АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК»

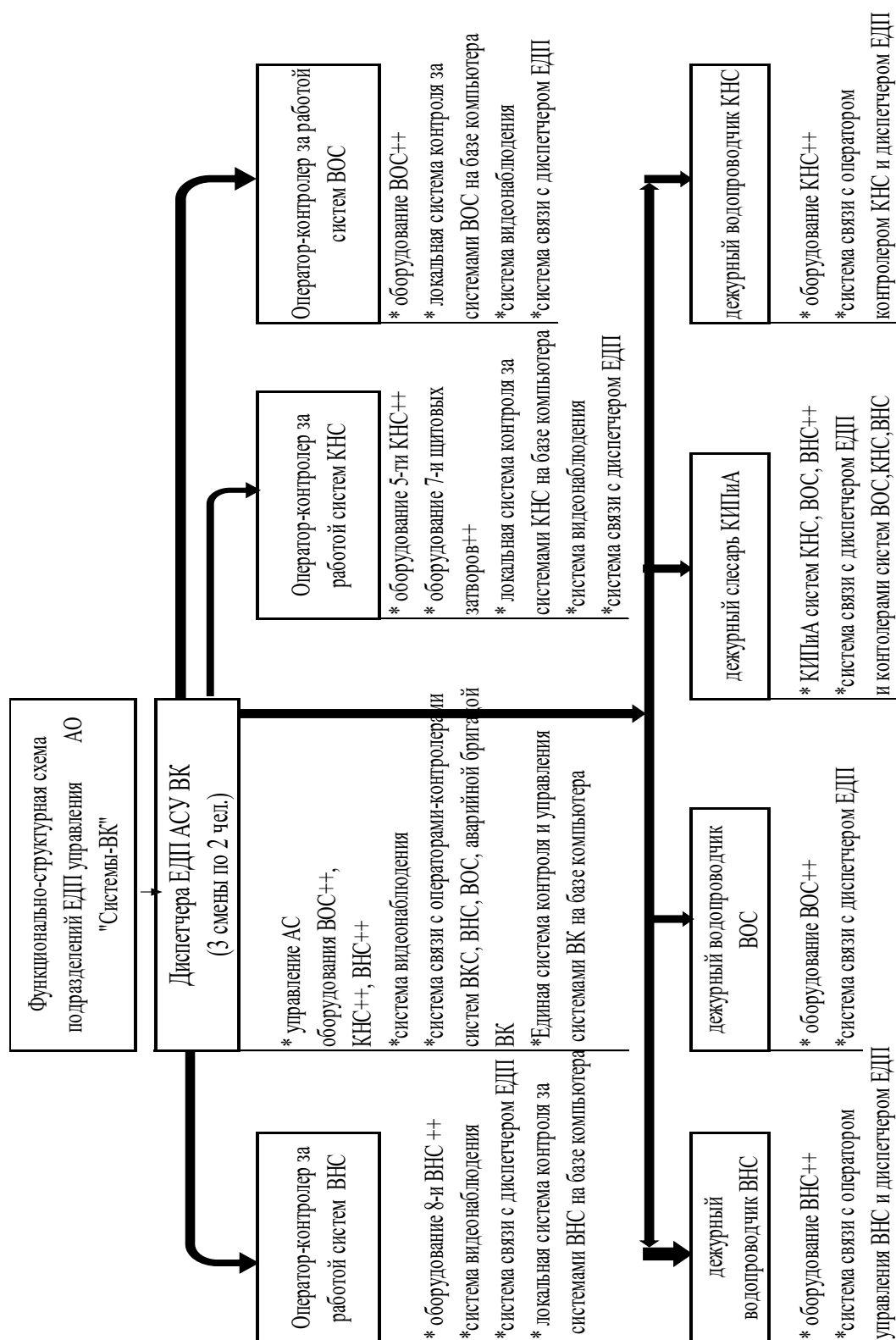


Рис. ПЗ.5. Функционально-структурная схема-2 подразделений ЕДП АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК»

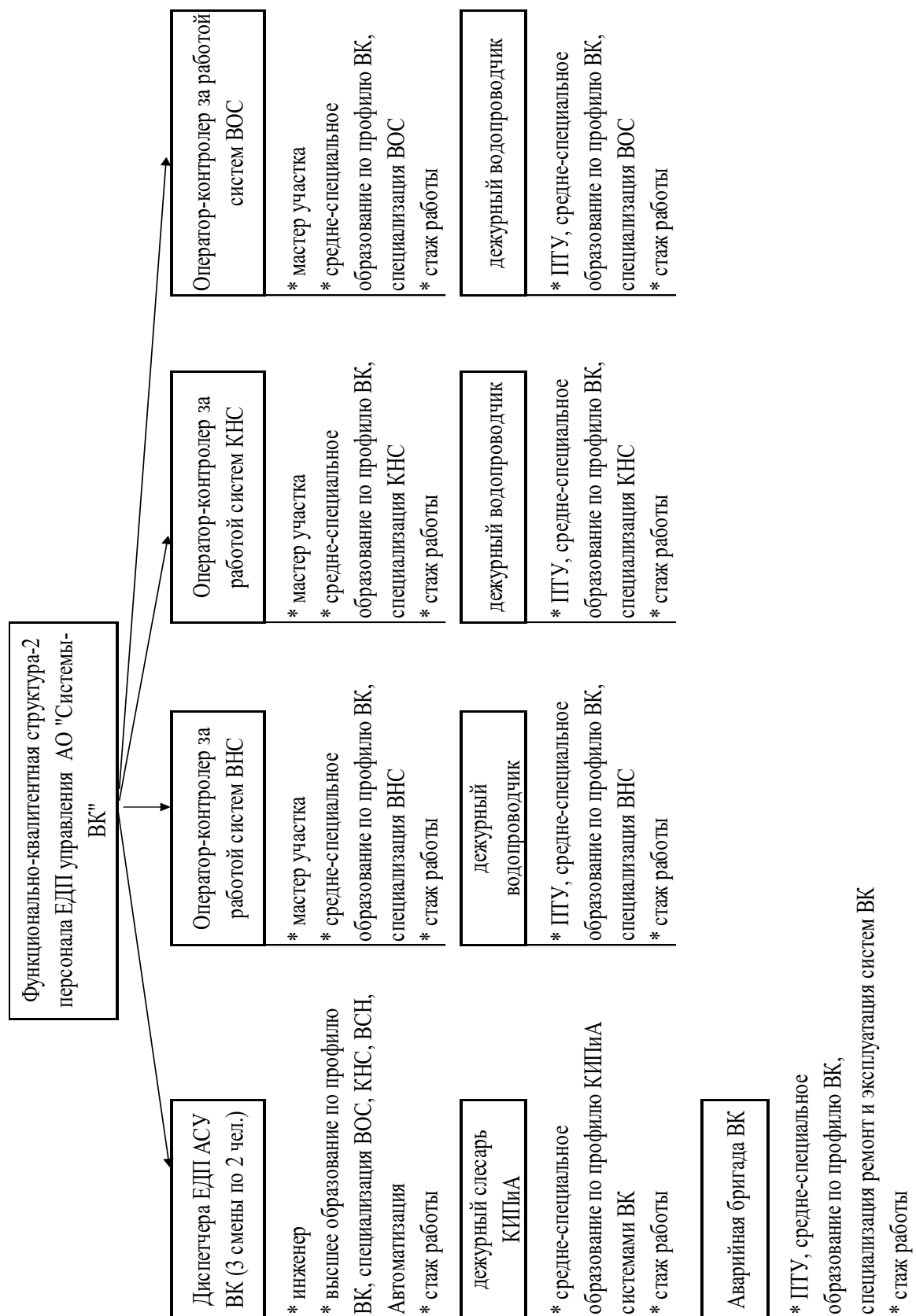


Рис. ПЗ.6. Функционально-квалитативная структура-2 персонала ЕДП АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК»

ПРИЛОЖЕНИЕ П4

«Утверждаю»
Директор АО «Системы-ВК»

«Согласовано»
Директор субподрядной организации
по эргономическому проектированию

«__»_____202_ г.

«__»_____202_ г.

ПРОЕКТ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК»

Цели программы:

1. Определение уровней компетенции технического и инженерного персонала АО «Системы-ВК», занятого в технологическом цикле обслуживания АСУиК систем ВК (диспетчеры АСУиК систем ВК).
2. Разработка программ переподготовки технического и инженерного персонала АО «Системы-ВК», занятого в технологическом цикле обслуживания систем ВК (диспетчеры АСУиК систем ВК).
3. Определение профессионально важных качеств (ПВК) специалистов АО «Системы-ВК», занятых при эксплуатации систем ВК (диспетчеры АСУиК систем ВК). Подбор батареи тестов и разработка методик для определения ПВК диспетчеров АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК». Использование предложенных методик для отбора специалистов по ПВК.
4. Разработка информационных моделей (ИМ) интерфейса АСУиК системами ВК для АО «Системы-ВК» на основе SCADA-программы WinCC.
5. Разработка компьютерных тренажерных комплексов (КТК) для диспетчеров АСУиК системами ВК.

Теоретическое обоснование:

Требование руководящих документов по эргономике в соответствии с Системой эргономического обеспечения эксплуатации АСУ: ГОСТ 20.39.108-85, ГОСТ 30.001-83, ГОСТ 26387-84, Раздел – Система формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) АСУ ТП (ГОСТ 20.39.108-85 стр.11-12)

Актуальность программы: 1. Необходимость в выполнении требований ИСО 45001-2020.

2. Необходимость разработки программ подготовки и тренировки диспетчеров АСУиК системами ВК.
3. Необходимость разработки КТК для обеспечения необходимого уровня натренированности диспетчеров АСУиК системами ВК.
4. Необходимость разработки ИМ интерфейса АСУиК системами ВК с учетом их модернизации.
5. Необходимость подтверждения заданных уровней квалификации персонала для осуществления деятельности (диспетчера АСУиК систем ВК) в соответствии с требованиями профессиональных стандартов.

№	От Заказчика АО «СИСТЕМЫ-ВК»	Разработчик системы эргономического обеспечения проектирования системами АСУиК	Результаты и документы	Сроки
Блок 1. Разработка программы и методики обучения и тренировок персонала				
1	Разработка и подписание Технического задания на научно-практическую работу на тему: «Программа повышения качества эксплуатации АСУиК системами ВК». Определение перечня специальностей, для которых необходима разработка комплекса мероприятий по определению компетенций специалистов. Разработка Технического задания	Подбор перечня компетенций в соответствии с профессиональными стандартами по специальности, AO предоставленным АО «СИСТЕМЫ-ВК». Сравнительная оценка требуемых компетенций существующих специальностей и проектируемых. Определение набора требований к знаниям, умениям и навыкам по каждой специальности	Перечень компетенций по специальностям АСУиК системами ВК для АО «СИСТЕМЫ-ВК». Техническое задание на научно-практическую работу	1 месяц со дня подписания Договора о сотрудничестве
2	Выдача допуска для изучения оборудования АСУ системами ВК АО «СИСТЕМЫ-ВК»	Запрос разрешения на допуск специалистов проектной организации и разработчиков компьютерного тренажерного комплекса (КТК) для изучения оборудования АО «СИСТЕМЫ- ВК»	Допуск специалистов проектной организации и разработчиков КТК на АО «СИСТЕМЫ-ВК»	15 дней с момента заключения Договора

3		Подбор программ и методик обучения и тренировок, переподготовки персонала с учетом особенностей эксплуатации АСУиК системами ВК. Разработка методик оценки уровней подготовки специалистов при приеме на работу. Разработка программ диспетчеров АСУиК системами ВК	1. Программы и методики обучения и тренировок. 2. Программы переподготовки персонала с учетом особенностей эксплуатации систем ВК. 3. Методика оценки уровней подготовки специалистов при приеме на работу. 4. Профессиограммы диспетчеров АСУиК системами ВК	4 месяца со дня подписания Договора о сотрудничестве и получения исходных данных от Заказчика
Блок 2. Определенные профессионально-важные качества диспетчеров				
4	1. Определение перечня специальностей, для которых необходима разработка перечня профессионально важных психологических качеств (ПВК) специалистов. 2. Организация проведения опроса специалистов в АО «СИСТЕМЫ-ВК», сбор опросных листов	1. Определение ПВК диспетчеров АСУиК системами ВК АО «СИСТЕМЫ-ВК», занятых в технологическом цикле эксплуатации систем ВК: Разработка опросных листов. 2. Совместно с АО «СИСТЕМЫ-ВК» проведение опроса, консультирование по вопросам проведения опроса. 3. Математическая обработка полученных результатов опроса для АО «СИСТЕМЫ-ВК». 4. Оформление результатов расчетов.	1. Опросные листы для выявления ПВК специалистов по профилю АО «СИСТЕМЫ-ВК» 2. Методика оценки ПВК специалистов, участвующих в технологическом цикле обслуживания систем ВК. 3. Подборка компьютерных программ с батареями психологических тестов для определения ПВК.	6-7 месяцев с момента заключения Договора, получения разрешения на проведение обследований у Заказчика

		5. Подбор батареи тестов для выявления ПВК специалистов. 6. Разработка методики оценки ПВК при выборе и назначении специалистов на должности диспетчеров. 7. Разработка методики оценки слаженности работы операторов в коллективе в штатной и нештатной ситуациях	4. Отчет по определению ПВК для АО «СИСТЕМЫ -ВК» 5. Методика оценки слаженности работы операторов в коллективе в штатной и нештатной ситуациях	
Блок 3. Разработка Компьютерный тренажерный Комплекс				
5	Организация допуска и сопровождения сотрудников проектной организации и разработчиков КТК для изучения АСУиК системами ВК. Выдача документации с возможностью ее копирования, копирование ИМ, временных параметров работы систем ВК в соответствии с технологией работы систем ВК	Изучение документации и информационных моделей (ИМ) АСУиК систем ВК. Разработка ИМ (статических и динамических) КТК для использования в программах переподготовки	Разработка ИМ АСУиК систем ВК в различных режимах работы оборудования. Компьютерный альбом состояний систем ВК, нештатных ситуаций	См. график работ (Приложение П_)
6		Разработка модели взаимодействия между ИМ в процессе функционирования АСУиК систем ВК. Разработка методики оценки состояния работоспособности оператора в	Компьютерный тренажерный комплекс (КТК) для специалистов, занятых в обслуживании АСУиК системами ВК с функциями оценки	См. график работ (Приложение П_)

		процессе функционирования АСУиК систем ВК.	качества подготовки специалистов, оценки их уровней навыков и умений с возможностью отработки нестандартных ситуаций. Разработка Инструкции по эксплуатации КТК	
7	Совместное апробирование КТК на базе АО «СИСТЕМЫ-ВК»	Участие в апробировании КТК	Акт ввода в эксплуатацию КТК	См. график работ (Приложение П)
Блок 4. Дизайн-проект объединенного диспетчерского пункта (ОДП)				
8	Организация допуска и сопровождения сотрудников проектной организации и разработчиков дизайн-проекта для изучения помещений, подлежащих реконструкции. Выдача технической и архитектурной документации	Изучение документации и разработка дизайн-проекта ЕДП АСУиК систем ВК	Отчет и рабочий дизайн-проект ЕДП, расположенный в предложенных помещениях Заказчика	4-5 мес. с момента заключения договора

« ____ » _____ 202_ г.

« ____ » _____ 202_ г.

Программу разработал:

От проектной организации по ЭП
ЕДП

« ____ » _____ 202_ г.

Согласовано:

От организации по разработке дизайн-проекта

« ____ » _____ 202_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ П5

СОГЛАСОВАНО:

Директор подрядной организации
по эргономическому
проектированию

УТВЕРЖДАЮ:

Технический директор
АО «Системы ВК»

«_____» _____ 2020 г.

«_____» _____ 2020 г.

ПРОЕКТ ОБЩЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ
на выполнение работ по модернизации автоматизированных
систем управления и контроля (АСУиК) и созданию Единого
диспетчерского пункта (ЕДП) управления и контроля системами
ВК АО «Системы-ВК»

Перечень основных данных и требований	Содержание основных данных и требований
1. Заказчик	АО «Системы ВК»
2. Основание для проведения работ	Инвестиционная программа 2020-2021г.
3. Наименование и местоположение объекта	АО «Системы ВК», г. П...к
4. Источник финансирования	инвестирование
5. Общие сведения	В соответствии с ТЗ на АСУиК системами ВК
6. Назначение и цели создания системы	Модернизация АСУиК системами ВК и создание Единого диспетчерского пункта (ЕДП) АСУиК системами ВК АО «Системы-ВК», включающих в себя: 1. Систему УиК насосными канализационными станциями (НКС); 2. Систему УиК водопроводными насосными станциями (ВНС); 3. Систему УиК очистными сооружениями (ОС). В процессе выполнения работ будут достигнуты следующие цели: а) разработана новая структура и организация ЕДП АСУиК системами ВК; б) обоснован количественный состав диспетчеров, операторов контроля и

	обслуживающего персонала, обеспечивающих управление и контроль за работой систем ВК, отслеживания текущих параметров работы оборудования, управление технологическими процессами, оптимизации режимов работы систем ВК; в) обеспечение надежности работы АСУиК системами ВК как ЧМС, снижение количества простоев, аварий и поломок оборудования за счет учета человеческого фактора; г) обоснование и создание системы подготовки и переподготовки диспетчеров, операторов контроля и обслуживающего персонала; д) обоснование и создание системы отбора персонала, заданным требованиям по обслуживанию АСУиК системами ВК; е) разработка ИМ интерфейса ОДП АСУиК системами ВК; ж) разработка компьютерного тренажерного комплекса (КТК) для проведения тренировок диспетчеров, операторов и обслуживающего персонала по нештатным и аварийным ситуациям; з) разработка дизайн-проекта ЕДП АСУиК системами ВК на строительных площадках, предложенных Заказчиком
7. Основные характеристики объекта и технико-экономические показатели	См. Приложение 1-5 к ТЗ
8. Требования к системе	Предлагаемая система должна соответствовать требованиям ССЭТО в части касающейся.
8.1. Требование к системе в целом	• ГОСТ 34.201-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем». • ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на АС. Автоматизированные системы. Стадии создания».

	• ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированной системы». • ГОСТ 34.603-92 «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем». • ГОСТ 20.39.108-85. Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора. • ГОСТ 30.001-83. Система стандартов эргономики и технической эстетики. Основные положения. • ГОСТ 21829-76. Система «Человек-машина». Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования. • ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. • ГОСТ 22269-76. Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. • ГОСТ Р 52870-2007. Средства отображения информации коллективного пользования. Требования к визуальному отображению информации и способы измерения. • ГОСТ Р ИСО 6385-2007. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем • ГОСТ 26387-84 Система «человек-машина». Термины и определения.
8.2. Требования к функциям (задачам), выполняемых системой	1. Обоснование требований к оснащению системы устройствами для обучения персонала (тренажерами, макетами) и документацией. Разработка Компьютерного тренажерного Комплекса (КТК) для проведения тренировок диспетчеров и операторов по нештатным ситуациям. 2. Разработка программы переподготовки диспетчеров и операторов с учетом и использования нового оборудования. Первичное

	обучение персонала на объекте ЕДП в объеме, достаточном для эксплуатации системы. 3. Обоснование требований к численности и квалификации персонала АСУиК системами ВК. а) обоснование организационного обеспечения; б) к структуре и функциям персонала, участвующих в функционировании системы или обеспечивающих эксплуатацию; в) к организации функционирования системы и порядку взаимодействия персонала АСУиК и обслуживающего персонала объекта автоматизации; г) к защите от ошибочных действий персонала. 4. Обоснование требований к средствам визуализации. Экран коллективного использования (видеостена – набор из LCD или плазменных панелей), на котором должна размещаться информация с планом города и информацией об объектах системы диспетчеризации ВК. Предусмотреть возможность вывода на видеостену отдельно схемы ВНС, водозаборов и сетей водопровода, КНС, ОСК и сетей канализации, а также возможность вызова укрупнения участков схем; просмотр параметров объектов; выполнение переключений. Система должна иметь типовые наборы мнемосхем, отражающие базовые параметры и технологические процессы типовых объектов класса ВОС, КНС и ВНС. На экране монитора диспетчеров должна отображаться обзорная мнемосхема по районам, состоящая из статического изображения общей схемы районов водоснабжения и водоотведения. Схема должна содержать условные изображения насосных станций, диктующих точек, сооружений. Для контроля состояния объектов на мнемосхеме должны быть динамические поля, представляющие индикацию важнейших технологических параметров объектов и аварийную сигнализацию по объектам. Также
--	--

	мнемосхема должна позволять размещать на ней элементы управления устройствами или уставками Системы; Для вызова детальных мнемосхем по каждому объекту на АРМ диспетчера должны быть представлены поля управления, с помощью которых «кликом» указателя манипулятора «мышь» можно перейти на мнемосхему с более детальными показаниями по режиму выбранного объекта и детализировкой конкретных ТО, включая поддержку управления этими устройствами с помощью активных элементов мнемосхемы. С детальной мнемосхемы АРМ диспетчера должна существовать возможность перейти на окно трендов параметров или на окно со сводом сигнализации, а также на окно действий оператора по каждому объекту.
8.3. Требования к видам обеспечения	Эргономическое обеспечение: В соответствии с требованиями системы ЭО проектирования и эксплуатации на всех этапах проектирования и начальной стадии эксплуатации произвести эргономическую экспертизу следующих составных частей проекта: - рабочих мест диспетчеров и операторов; - информационных моделей интерфейса; - организационно-функциональной структуры подразделения АСУиК системами ВК; - укрупненные и детализированные алгоритмы деятельности операторов во всех режимах эксплуатации, в аварийных и нештатных ситуациях; - системы переподготовки диспетчеров, системы обучения и тренировок диспетчеров; - компьютерного тренажерного комплекса
9. Режим работы производства	Круглосуточный режим работы
10. Состав работ	1. Выполнение технических требований к ЕДП АСУиК системами ВК. (Приложение 2 к основному ТЗ).

	1.1. Проведение обследования существующих диспетчерских (операторских) пунктов организации. Выдача предложений по изменению структуры организации АСУиК с целью их объединения. Согласование проекта с заказчиком. 1.2. Организация ЕДП АСУиК. Разработка дизайн-проекта ЕДП (Приложение 3 к ТЗ). 1.3. Проведение исследований с целью определения профессионально важных качеств диспетчеров. 1.4. Разработка информационных моделей (ИМ) интерфейса для решения задач управления и контроля АСУиК системами ВК (Приложение 4 к ТЗ) и разработки компьютерного тренажерного комплекса. 1.5. Разработка программ подготовки и переподготовки диспетчеров и операторов контроля АСУиК системами ВК. 1.6. Разработка компьютерного тренажерного комплекса для обучения и тренировок диспетчеров и операторов АСУиК системами ВК
11. Состав и виды работ, выполняемых подрядчиком	см. п.10
12. Требование к используемому оборудованию (включая источник поставки-заказчик/ подрядчик, гарантийные требования, сроки поставки и пр.)	1. Оборудование КТК согласно комплекта поставки. 2. Документация согласно приложениям 1-4
13. Состав разделов документации и требования к их содержанию	Состав и содержание проекта выполнить в соответствии с ГОСТ 34.602-89 г. Оформление проекта должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2001. Состав и структура электронной версии технической документации должны быть идентичны бумажному оригиналу. Количество экземпляров на бумажном носителе –2 экз. Документация на электронном носителе предоставляется в следующих

	форматах: 2 комплекта чертежей и текстовой части в формате - *.pdf) 1. Сопроводительное письмо от подрядчика с указанием исполнителей работ и ответственных, прохождении инструктажа. 2. Исполнительная документация, отчеты по каждому разделу по выполненным работам. 3. Варианты информационных моделей интерфейса по подсистемам АСУиК системами ВК. 4. Результаты опросов, тестов, методики отбора персонала, батарея тестов. 5. Программа переподготовки персонала и программа тренировок диспетчеров по эксплуатации АСУ систем ВК в штатных и нештатных ситуациях. 6. Сметы на выполнение отдельных разделов работ
14. Оформление принимаемых решений в ходе выполнения работ	Согласно программы выполнения работ: отчеты, протоколы обследований, акты согласований. В случае необходимости – внесение изменений в программу работ по согласованию с Заказчиком.
15. Требования к технологическим и дизайнерским решениям	Приложение 1-5 к ТЗ
16. Исходные данные для выполнения работ	Основное и настоящее ТЗ, ВНС-2 (Приложение № 1 к ТЗ)
17. Требования к сметной документации	Сметная документация должна разрабатываться в соответствии с МДС 81-35.2004 с применением ТСНБ-2001 (редакция 2009 г.). Расчет производить в текущих ценах базисно-индексным методом. Для пересчета использовать индексы к элементам прямых затрат единичных расценок, ежеквартально устанавливаемых Распоряжением Минстроя
18. Требования к природоохранным мероприятиям	В соответствии с действующими федеральными законами, нормами и правилами и др. нормативными документами
19. Требования к архитектурным, конструктивным и	В соответствии с архитектурно-планировочными планами помещений и эскизным проектом ЕДП

объемно-планировочным решениям	
20. Требования к схеме планировочной организации земельного участка	Не требуется
21. Технические требования к технологическому оборудованию	Согласно нормативной документации
22. Требования по утилизации отходов	Не требуется
23. Требования к разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций (ИТМ ГОЧС)	В соответствии с действующими федеральными законами, техническими регламентами, нормам и правилами и др. нормативными документами
24. Сроки выполнения работ заказчику	Определяются условиями договора
25. Требования по согласованию проектной документации	Согласование проектной документации с заказчиком, филиалом АО «Системы ВК»
26. Требования к составу и содержанию документов, передаваемых подрядчиком заказчику	1. Исполнительная документация на выполненные работы: а) дизайн-проект ЕДП АСУиК системами ВК; б) программа и методика отбора персонала; в) программа переподготовки операторов и диспетчеров; г) методика тренировок на КТК; д) компьютерный тренировочный комплекс; 2. Смета на выполненные работы, акт выполненных работ, справка о стоимости работ.
27. Требования по количеству экземпляров документации, передаваемой заказчику	Исполнительная документация, акты выполненных работ (КС-2, КС-3), накладные на материалы и оборудование, не учтённые в базе текущих сметных цен (ТССЦ) – по 1 экз. в

	бумажном и электронном виде; акты выполненных работ (КС-2, КС-3) – 3 экз. Исполнительная документация предоставляется на бумажном носителе в 4 экз. Документация на электронном носителе предоставляется в следующих форматах: 2 комплекта текстовой части в формате - *.pdf)
28. Дополнительные требования и особые условия	Приемка работ осуществляется на основании сравнения исполнительной документации по фактически выполненным объемам. Работы выполняются на действующем объекте. Выполнение работ без остановки технологического процесса.

ПРИЛОЖЕНИЕ П6

«Утверждаю»

Управляющий директор
по производству бумаги
АО «Сегежский ЦБК»

«Согласовано»

Директор проектной
организации по эргономическому
проектированию АСУиК

«___»_____202__ г.

«___»_____202__ г.

ПРОЕКТ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ АСУ ТП БДМ-11 АО «СЕГЕЖСКИЙ ЦБК»

Цели программы:

1. Определение уровня компетенции технического и инженерного персонала ЦБК, занятого в технологическом цикле обслуживания БДМ-11.
2. Разработка программ переподготовки технического и инженерного персонала ЦБК, занятого в технологическом цикле обслуживания БДМ-11.
3. Разработка методик оценки уровня подготовки специалистов при приеме на работу в соответствии с требованиями профессиональных стандартов.
4. Определение профессионально важных качеств (ПВК) специалистов ЦБК, занятых при эксплуатации БДМ-11. Подбор батареи тестов и разработка методик для определения ПВК специалистов БДМ. Использование предложенных методик для отбора специалистов по ПВК.
5. Разработка информационных моделей интерфейса АСУ для БДМ-11 на основе SCADA-программы или других программ.
6. Разработка комплекса компьютерных обучающих систем для специалистов, занятых в обслуживании БДМ-11.

Теоретическое обоснование:

Требование руководящих документов по эргономике в соответствии с Системой эргономического обеспечения проектирования и эксплуатации АСУ ТП.

ГОСТ 20.39.108-85, ГОСТ 30.001-83, ГОСТ 26387-84, Раздел – Система формирования и поддержания работоспособности операторов (ФИПРО) АСУ ТП (ГОСТ 20.39.108-85 стр.11-12)

Актуальность программы: Необходимость подтверждения уровня квалификации работников для осуществления определенных видов деятельности в соответствии с требованиями профессиональных стандартов.

№	АО «Сегежский ЦБК»	Разработчик раздела программы эргономического проектирования	Результаты и документы	Сроки
Блок 1				
1	Определение перечня специальностей, для которых необходима разработка комплекса мероприятий по определению компетенций специалистов. Разработка Технического задания на научно-практическую работу	Подбор перечня компетенций в соответствии с профессиональными стандартами по специальности, предоставленным СЦБК. Сравнительная оценка требуемых компетенций. Определение набора требований к знаниям, умениям и навыкам по каждой специальности	Перечень компетенций по специальностям СЦБК. Техническое задание на научно-практическую работу	1 месяц со дня подписания Договора о сотрудничестве
2	Выдача допуска для изучения оборудования БДМ-11	Запрос на разрешение допуска для изучения оборудования БДМ-11 и АСУ ТП БДМ-11	Допуск специалистов группы проектирования на СЦБК по списку	15 дней с момента заключения Договора
3	Выработка предложений для подачи сведений на утверждение профессиональных стандартов специальностей по профилю ЦБК в Комитет по труду РФ	Подбор программ и методик обучения и тренировок, переподготовки персонала с учетом особенностей эксплуатации БДМ-11. Разработка методик оценки уровней подготовки специалистов при приеме на работу. Разработка профессиональных специалистов ЦБК по профилю БДМ-11	Программы и методики обучения и тренировок, программы переподготовки персонала с учетом особенностей эксплуатации БДМ-11. Методика оценки уровней подготовки специалистов при приеме на работу. Профессиограммы специалистов ЦБК по профилю БДМ-11	4 месяца со дня подписания Договора о сотрудничестве и получения исходных данных из СЦБК

Блок 2				
4	1. Определение перечня специальностей, для которых необходима разработка перечня профессионально важных психологических качеств специалистов. 2. Организация проведения опроса специалистов на СЦБК, сбор опросных листов	Определение профессионально важных психологических качеств специалистов СЦБК, занятых в технологическом цикле эксплуатации БДМ-11 Разработка опросных листов. 1. Совместно с СЦБК проведение опроса, консультирование по вопросам проведения опроса. 2. Математическая обработка полученных результатов обследования на СЦБК 3. Оформление результатов расчетов. 4. Подбор батареи тестов для выявления ПВК специалистов. 5. Разработка методики оценки ПВК при выборе и назначении специалистов на должности. 6. Разработка методики оценки слаженности работы операторов в коллективе в штатной и нештатной ситуациях	Опросные листы для выявления ПВК специалистов по профилю СЦБК. Методика оценки ПВК специалистов, участвующих в технологическом цикле обслуживания БДМ -11. Подборка компьютерных программ с батареями тестов для определения ПВК. Отчет по определению ПВК для БДМ-11. Методика оценки слаженности работы операторов в коллективе в штатной и нештатной ситуациях.	6-7 месяцев с момента заключения Договора, получения разрешения на проведение обследований на СЦБК
Блок 3				
5	Организация допуска и сопровождения сотрудников ВШТЭ и разработчиков КТК для изучения АСУ ТП	Изучение документации и информационных моделей (ИМ) АСУ ТП БДМ-11. Разработка ИМ	Разработка ИМ АСУ ТП БДМ-11 в различных режимах работы оборудования. Компьютерный альбом	См. график Прилож. П7

	БДМ- 11. Выдача документации с возможностью ее копирования и копирования ИМ, временных параметров работы БДМ в соответствии с технологией производства бумаги	КТК для использования в программах переподготовки	состояний ТП, нештатных ситуаций	
6		Разработка модели взаимодействия между статическими ИМ в процессе функционирования АСУ ТП при соблюдении технологии производства бумаги на БДМ- 11. Разработка модели взаимодействия между статическими ИМ при отклонении параметров в процессе функционирования АСУ ТП при соблюдении технологии производства бумаги на БДМ-11. Разработка методики оценки состояния оператора в процессе функционирования АСУ ТП БДМ-11	Комплекс компьютерных обучающих систем (КОС) для специалистов, занятых в обслуживании БДМ-11 с функциями оценки качества подготовки специалистов, оценки их уровней навыков и умений с возможностью отработки нештатных ситуаций. Разработка инструкции по эксплуатации комплекса КОС	См. график Прилож. П7
7	Совместное апробирование компьютерных обучающих систем (КОС) на базе СЦБК	Участие в апробировании КОС		См. график Прилож. П7

От Разработчика: _____

Согласовано: от Заказчика _____

Дата _____

Дата _____

ПРИЛОЖЕНИЕ П7

«Утверждаю»

Управляющий директор по производству бумаги
АО «Сегежский ЦБК»

« » 202 г.

«Согласовано»

Разработчик программы
эргономического обеспечения

« » 202 г.

План-график выполнения Программы повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 АО «Сегежский ЦБК»

№ п.п.	Наименование работ	Ответств. за выполнение	Даты проведения							
1	Заключение Договора о совместной деятельности в соответствии с Программой повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 АО «Сегежский ЦБК»	Заказчик, разработчик								
	Блок 1									
2	Разработка и подписание Технического задания на научно-практическую работу на тему: «Программа повышения качества эксплуатации АСУ ТП БДМ-11 АО «Сегежский ЦБК»	Заказчик, разработчик								
3	Определение перечня специальностей, для которых необходима разработка комплекса мероприятий по определению компетенций специалистов	Заказчик								
4	Подбор перечня компетенций в соответствии с профессиональными стандартами по специальностям, предоставленным СЦБК	Разработчик								

Учебное издание

Рожков Владимир Иванович

Эргономика в АСУ ТП
Основы эргономического проектирования

Учебное пособие

Редактор и корректор Е. О. Тарновская
Техн. редактор Д. А. Романова

Темплан 2021 г., поз. 5245

Подп. к печати 11.09.2023

Формат 60х84/16.

Бумага тип. № 1

Печать офсетная.

Печ.л. 7,2

Уч.-изд.л. 7,2

Тираж 30 экз. Изд. № 5245

Цена «С».

Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4.