**ПЛАН.**

1. **Введение.**
2. **Основная часть.**
   1. **Особенности классификации системы «человек – машина».**
   2. **Показатели качества системы «человек – машина».**
   3. **Оператор в системе «человек машина».**

**III. Заключение.**

**I.Введение**

Инженерная психология есть научная дисциплина, изу­чающая объективные закономерности процессов информа­ционного взаимодействия человека и техники с целью ис­пользования их в практике проектирования, создания и эксплуатации СЧМ. Процессы информационного взаимо­действия человека и техники являются предметом инже­нерной психологии.

С давних пор при создании орудий и средств труда учи­тывались те или иные свойства и возможности человека. В начале интуитивно, а позже с привлечением научных данных решалась задача приспособления техники к чело­веку. Однако предметом анализа последовательно стано­вились различные свойства человека.

На первых порах основное внимание уделялось вопро­сам строения человеческого тела и динамики рабочих дви­жений. На основе данных биомеханики и антропометрии разрабатывались рекомендации, относящиеся лишь к форме и размерам рабочего места человека и используемого им инструмента. Затем объектом исследования становятся физиологические свойства работающего человека. Реко­мендации, вытекающие из данных физиологии труда, от­носятся уже не только к оформлению рабочего места, но и к режиму рабочего дня, организации рабочих движений, к борьбе с утомлением. Предпринимались попытки оце­нить различные виды труда с точки зрения тех требований, которые они предъявляют человеческому организму.

Как самостоятельная научная дисциплина инженерная психология начала формироваться в 40-х годах нашего века. Однако идеи о необходимости комплексного изуче­ния человека и технических устройств высказывались рус­скими учеными еще в прошлом столетии.

Русские ученые еще в конце прошлого века предпри­няли попытки разработать научные и теоретические ос­новы учения о труде. Пионером в этой области явился великий русский ученый И. М. Сеченов, который первым поставил вопрос об использовании научных данных о чело­веке для рационализации трудовой деятельности. И. М. Се­ченов занялся изучением роли психических процессов при выполнении трудовых актов, поставил вопрос о формиро­вании трудовых навыков и впервые показал, что в процессе трудового обучения изменяется характер регуляции: функции регулятора переходят от зрения к осязанию. Он ввел понятие активного отдыха как лучшего средства повышения и сохранения работоспособности.

Инженерная психология возникла на стыке технических и психологических наук. Поэтому характер­ными для нее являются черты обеих наук.

Как психологическая наука инженерная психология изучает психические и психофизиологические процессы и свойства человека, выясняя, какие требования к отдель­ным техническим устройствам и построению СЧМ в целом вытекают из особенностей человеческой деятельности, т. е. решает задачу приспособления техники и условий труда к человеку.

Как техническая наука инженерная психология изучает принципы построения сложных систем, посты и пульты управления, кабины машин, технологические процессы для выяснения требований, предъявляемых к психологическим, психофизиологическим и другим свойствам человека-опе­ратора.

Научно-техническая революция привела к существен­ному изменению условий, средств и характера трудовой деятельности. В современном производстве, на транспорте, в системах связи, в строительстве и сельском хозяйстве все шире применяются автоматы и вычислительная тех­ника; происходит автоматизация многих производствен­ных процессов.

Благодаря техническому перевооружению производ­ства существенно изменяются функции и роль человека. Многие операции, которые раньше были его прерогати­вой, сейчас начинают выполнять машины. Однако, каких бы успехов ни достигала техника, труд был и остается до­стоянием человека, а машины, как бы сложны они ни были, являются лишь орудиями его труда. В процессе труда че­ловек, используя машины как орудия труда, осуществляет сознательно поставленные им цели.

Следовательно, с развитием и усложнением техники возрастает значение человеческого фактора на производ­стве. Необходимость изучения этого фактора и учета его при разработке новой техники и технологических процес­сов, при организации производства и эксплуатации обору­дования становится все более очевидной. От успешности решения этой задачи зависит эффективность и надежность эксплуатации создаваемой техники,

функционирование технических устройств и деятель­ность человека, который пользуется этими устройствами в процессе Труда, должны рассматриваться во взаимо­связи. Эта точка зрения привела к формированию понятия системы «человек — машина" (СЧМ). Под СЧМ пони­мается система, включающая человека-оператора (группу операторов) и машины, посредством которой осуществляется трудовая деятельность. Машиной в СЧМ называется совокупность технических средств, используемых челове­ком-оператором в процессе деятельности. СЧМ и является объектом инженерной психологии.

Система «человек — машина» представляет собой частный случай управляющих систем, в которых функ­ционирование машины и деятельность человека связаны единым контуром регулирования. При организации взаимосвязи человека и машины в СЧМ основная роль принадлежит уже не столько анатомическим и физиоло­гическим, сколько психологическим свойствам человека: восприятию, памяти, мышлению, вниманию и т. п. От пси­хологических свойств человека во многом зависит его информационное взаимодействие с машиной.

**II. Основная часть.**

**1. Особенности классификации системы «человек – машина».**

Под системой в общей теории систем понимается комплекс взаимосвязанных и взаимодействую­щих между собой элементов, предназначенный для реше­ния единой задачи. Системы могут быть классифицированы по различным признакам. Одним из них яв­ляется степень участия человека в работе системы. С этой точки зрения различают автоматические, автоматизиро­ванные и неавтоматические системы. Работа автоматиче­ской системы осуществляется без участия человека. В не­автоматической системе работа выполняется человеком без применения технических устройств. В работе автомати­зированной системы принимает участие как человек, так и технические устройства. Следовательно, такая система представляет собой систему «человек — ма­шина» .

На практике применяются самые разнообразные виды систем «человек — машина». Основой их классификации могут явиться следующие четыре группы признаков: целе­вое назначение системы, характеристики человеческого звена, тип и структура машинного звена, тип взаимодей­ствия компонентов системы.

Целевое назначение системы оказывает определяющее влияние на многие ее характеристики и поэтому является исходным признаком. По целевому назначению можно вы­делить следующие классы систем:

а) управляющие, в которых основной задачей человека является управление машиной (или комплексом);

б) обслуживающие, в которых человек контролирует состояние машинной системы, ищет неисправности, произ­водит наладку, настройку, ремонт и т.п.;

в) обучающие, т. е. вырабатывающие у человека опре­деленные навыки (технические средства обучения, трена­жеры и т. п.);

г) информационные, обеспечивающие поиск, накопле­ние или получение необходимой для человека информации (радиолокационные, телевизионные, документальные си­стемы, системы радио и проводной связи и др.);

д) исследовательские, используемые при анализе тех или иных явлений, поиске новой информации, новых зада­ний (моделирующие установки, макеты, научно-исследо­вательские приборы и установки).

Особенность управляющих и обслуживающих систем заключается в том, что объектом целенаправленных воз­действий в них является машинный компонент системы. В обучающих и информационных СЧМ направление воз­действий противоположное — на человека. В исследова­тельских системах воздействие имеет и ту, и другую на­правленность.

По признаку характеристики «человеческого звена» можно выделить два класса СЧМ: а) моносистемы, в состав которых входит один человек и одно или несколько технических устройств; б) полисистемы, в состав которых входит некоторый коллектив людей и взаимодействующие с ним одно или комплекс технических устройств.

Полисистемы в свою очередь можно подразделить на «паритетные» и иерархические (многоуровневые). В пер­вом случае в процессе взаимодействия людей с машин­ными компонентами не устанавливается какая-либо под­чиненность и приоритетность отдельных членов коллек­тива. Примерами таких полисистем может служить си­стема «коллектив людей — устройства жизнеобеспечения» (например, система жизнеобеспечения на космическом корабле или подводной лодке). Другим примером может быть система отображения информации с большим экра­ном, предназначенная для использования коллективом операторов.

В отличие от этого в иерархических СЧМ устанавли­вается или организационная, или приоритетная иерархия взаимодействия людей с техническими устройствами. Так, в системе управления воздушным движением диспетчер аэропорта образует верхний уровень управления. Следую­щий уровень — это командиры воздушных судов, действи­ями которых руководит диспетчер. Третий уровень — остальные члены экипажа, работающие под руководством командира корабля.

По типу и структуре машинного компонента можно вы­делить инструментальные СЧМ, в состав которых в каче­стве технических устройств входят инструменты и при­боры. Отличительной особенностью этих систем, как пра­вило, является требование высокой точности выполняемых человеком операций.

Другим типом СЧМ являются простейшие человеко-машинные системы, которые включают стационарное и не­стационарное техническое устройство (различного рода преобразователи энергии) и человека, использующего это устройство. Здесь требования к человеку существенно раз­личаются в зависимости от типа устройства, его целевого назначения и условий применения. Однако их основной особенностью является сравнительная простота функций человека.

Следующим важным типом СЧМ являются сложные человеко-машинные системы, включающие помимо использу­ющего их человека некоторую совокупность технологически связанных, но различных по своему функциональному назначению аппаратов, устройств и машин, предназна­ченных для производства определенного продукта (энергетическая установка, прокатный стан, автоматическая поточная линия, вычислительный комплекс и т. п.). В этих системах, как правило, связанность технологического про­цесса обеспечивается локальными системами автоматиче­ского управления. В задачу человека входит общий кон­троль за ходом технологического процесса, изменение режимов работы, оптимизация отдельных процессов, на­стройка, пуск и остановка.

Еще более сложным типом СЧМ являются системотех­нические комплексы. Они представляют собой сложную техническую систему с не полностью детерминированными связями и коллектив людей, участвующих в ее использо­вании. Для систем такого типа характерным является вза­имодействие не только по цепи «человек — машина», но и по цепи «человек — человек — машина». Другими сло­вами, в процессе своей деятельности человек взаимодей­ствует не только с техническими устройствами, но и с дру­гими людьми. При всей сложности системотехнических комплексов их в большинстве случаев можно представить в виде иерархии более простых человеко-машинных си­стем. Типичными примерами системотехнических комплек­сов различного уровня и назначения могут служить судно, воздушный лайнер, промышленное предприятие, вычисли­тельный центр, транспортная система и т. п.

В основу классификации СЧМ по типу взаимодействия человека и машины может быть положена степень непре­рывности этого взаимодействия. По этому признаку раз­личают системы непрерывного (например, система «води­тель— автомобиль») и эпизодического взаимодействия. Последние, в свою очередь, делятся на системы регуляр­ного взаимодействия. Примером си­стемы регулярного взаимодействия может служить система «оператор — ЭВМ». В ней ввод информации и получение результатов определяются характером решаемых задач, т. е. режимы взаимодействия во времени регламентиру­ются характером и объемом вычислений. Стохастическое эпизодическое взаимодействие имеет место в таких систе­мах, как «оператор — система централизованного кон­троля», «наладчик — станок» и т. п.

Рассмотренная классификация СЧМ не является един­ственно возможной. Примеры иных подходов к решению этой задачи приводятся в специальной литературе.

Однако несмотря на большое разнообразие систем «че­ловек — машина», они имеют целый ряд общих черт и особенностей. Эти системы являются, как правило, динамиче­скими, целеустремленными, самоорганизующимися, адап­тивными.

Системы «человек — машина» относятся к классу слож­ных динамических систем, т. е. систем, состоящих из взаи­мосвязанных и взаимодействующих элементов различной природы и характеризующихся изменением во времени состава структуры и взаимосвязей. Из этого следуют характерные особенности, присущие СЧМ как сложной ди­намической системе:

разветвленность структуры (или связей) между эле­ментами (человеком и машиной); разнообразие природы элементов (в состав СЧМ могут входить человек, коллектив людей, автоматы, машины, комплексы машин и т.д.);

перестраиваемость структуры и связей между элемен­тами (например, при нормальном ходе технологического процесса оператор лишь следит за ходом его протекания, т. е. включен в контур управления как бы параллельно; при отклонении от нормы оператор берет управление на себя, т. е. включается в контур управления последова­тельно);

автономность элементов, т. е. способность их автономно выполнять часть своих задач.

Системы «человек — машина» относятся также к клас­су целеустремленных систем. В общем случае считается, что система действует целеустремленно, если она продол­жает преследовать одну и ту же цель, изменяя свое поведе­ние при изменении внешних условий. Существен­ной особенностью целеустремленных систем является их способность получать одинаковые результаты различными способами. Системы этого класса могут изменять свои за­дачи; они выбирают как сами задачи, так и средства их реализации. Целеустремленность СЧМ обусловлена тем, что в нее включен человек. Именно он ставит цели, опреде­ляет задачи и выбирает средства достижения цели.

Системы «человек — машина» можно рассматривать и как адаптивные системы. Свойство адаптации заключа­ется в приспособлении СЧМ к изменяющимся условиям работы, в изменении режима функционирования в соответ­ствии с новыми условиями. Для повышения эффективно­сти СЧМ необходимо предусмотреть возможность адапта­ции как внутри самой системы, так и по отношению к внеш­ней среде. До недавнего времени свойство адаптации СЧМ реализовалось благодаря приспособительным' возможностям человека, гибкости и пластичности его поведения, возможности его изменения в зависимости от конкретной обстановки. В настоящее время, как отмечалось в гл. 1, на повестку дня ставится вопрос о создании СЧМ, в кото­рых свойство адаптации реализуется путем соответствую­щего технического обеспечения. Речь идет о создании та­ких технических средств, которые могут изменять свои параметры и условия деятельности в зависимости от теку­щего конкретного психофизиологического состояния чело­века и показателей эффективности его деятельности.

И наконец, системы «человек — машина» можно отне­сти к классу самоорганизующихся систем, т. е. систем, спо­собных к уменьшению энтропии (неопределенности) после вывода их из устойчивого, равновесного состояния под действием различного рода возмущений. Это свойство ста­новится возможным благодаря целенаправленной деятель­ности человека, способности его планировать свои дей­ствия, принимать правильные решения и реализовывать их в соответствии с возникшими обстоятельствами. Спо­собность к адаптации и самоорганизации обусловливает такое важное свойство систем «человек — машина», каким является их живучесть.

Из всего сказанного видно, что рассмотренные особен­ности СЧМ определяются наличием в их составе человека, его возможностью правильно решать возникающие задачи в зависимости от конкретных условий и обстановки. Это лишний раз показывает, что исходным пунктом анализа и описания СЧМ должна быть целесообразная деятельность человека.

На основании вышеизложенного можно в общих чертах охарактеризо­вать некоторые важнейшие принципы системного подхода к изучению СЧМ. Суть их сводится к следующему.

1. Возможно более полное и точное определение назна­чения системы, ее целей и задач. Это требует, в свою оче­редь, анализа состава и значимости отдельных целей, под­целей и задач; определения возможности их осуществи­мости и требуемых для этого средств и ресурсов; опре­деления показателей эффективности и целевой функ­ции СЧМ.

2. Исследование структуры системы, и прежде всего состава входящих в нее компонентов, характера межкомпонентных связей и связей системы с внешней средой, про­странственно-временной организации компонентов системы и их связей, границ системы, ее изменчивости и осо­бенностей на различных стадиях существования (жизнен­ного цикла).

3. Последовательное изучение характера функциони­рования системы, в том числе: всей системы в целом, от­дельных подсистем в пределах целого, изменчивости функ­ций и их особенностей на разных стадиях существования системы.

4. Рассмотрение системы в динамике, в развитии, т. е. на различных этапах ее жизненного цикла: при проектиро­вании, производстве и эксплуатации.

На последнем из этих принципов следует остановиться особо. В ряде случаев рамки инженерной психологии не­правомерно суживают, отводя ей лишь роль проектировоч­ной дисциплины. Проекти­ровочная сущность инженерной психологии приобретает в настоящее время решающее значение. Однако только ею не ограничивается проблематика инженерной психологии. Для того чтобы были реализованы все потенциальные воз­можности систем «человек — машина», необходим также правильный учет инженерно-психологических требований в процессе их производства и эксплуатации. Это приводит к необходимости создания единой системы инженерно-психологического обеспечения систем «человек — ма­шина» на всех этапах их жизненного цикла.

Под инженерно-психологическим обеспечением пони­мается весь комплекс мероприятий, связанных с организа­цией учета человеческого фактора в процессе проектиро­вания, производства и эксплуатации СЧМ. Проблема инже­нерно-психологического обеспечения имеет два основных аспекта: целевой и организационно-методический (табл. 3.1). Первый из них связан с непосредственным выполнением работ по учету человеческого фактора на каждом из этапов жизненного цикла СЧМ; его содержание целиком и пол­ностью определяется проблематикой инженерной психо­логии. Второй аспект связан с орга­низационно-методическим обеспечением работ по учету человеческого фактора.

# **Содержание инженерно-психологического обеспечения СЧМ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап жизненного цикла | Аспект инженерно-психологического обеспечения | |
| целевой | организационно-методический |
| Проекти­рование | Определение функций че­ловека в проектируемой СЧМ и оценка его психофи­зиологических возможностей по их выполнению (инже­нерно-психологическое про­ектирование) | Разработка нормативных и справочно-методических материалов по инженерно-психологическому проекти­рованию деятельности опе­ратора. Организация труда коллек­тива проектировщиков |
| Производ­ство | Учет психофизиологиче­ских свойств человека в про­цессе производства (усло­вия труда, режимы труда и отдыха, взаимосвязи опера­торов в групповой деятель­ности и т. п.) | Разработка нормативных и справочно-методических  материалов по учету челове­ческого фактора в процессе производства |
| Эксплуа­тация | Учет психофизиологиче­ских возможностей челове­ка при эксплуатации тех­ники (профессиональный отбор, обучение, трениров-•гки, формирование оператор­ских коллективов, организа­ция их труда) | Разработка методик по профессиональному отбору (если это необходимо) и под­готовке операторов, подбору коллективов, организации труда. Разработка норма­тивных документов, регла­ментирующих применение этих методик |

Он включает в себя разработку необходимых справочно-методических материалов, с по­мощью которых можно выполнять эти работы, а также разработку нормативных документов, регламентирующих (в частности, утверждающих) степень и полноту учета че­ловеческого фактора при проектировании, производстве и эксплуатации СЧМ.

При отсутствии таких документов проведение работ по учету человеческого фактора не будет являться обязательным мероприятием, и поэтому задача инженерно-психологического обеспечения не может счи­таться полностью решенной.

**2. Показатели качества системы «человек – машина».**

Любая СЧМ призвана удовлетворять те или иные по­требности человека и общества. Для этого она должна обладать определенными свойствами, которые заклады­ваются при проектировании СЧМ и реализуются в про­цессе эксплуатации. Под свойством СЧМ понимается ее объективная способность, проявляющаяся в процессе эксплуатации. Количественная характеристика того или иного свойства системы, рассматриваемого применительно к определенным условиям ее создания или эксплуатации, носит назва­ние показателя качества СЧМ.

В нашей стране разработана определенная номенкла­тура показателей качества промышленной продукции. Она включает в себя 8 групп показателей, с помощью кото­рых можно количественно оценивать различные свойства продукции. К ним относятся: показатели назначения, на­дежности и долговечности, технологичности, стандартиза­ции и унификации, а также эргономический, эстетический, патентно-правовой и экономический показатели.

Не рассматривая подробно все показатели, остановимся лишь на тех из них, которые влияют на деятельность чело­века в СЧМ или зависят от результатов его деятельности.

**Быстродействие** (время цикла регулирования Tц) опре­деляется временем прохождения информации по замкну­тому контуру «человек — машина»:

k

Тц=∑ ti

i=1

где Tц — время задержки (обработки) информации в i-м звене СЧМ; k *—* число последовательно соединенных звеньев СЧМ; в качестве их могут выступать как техниче­ские звенья, так и операторы.

**Надежность** характеризует безошибочность (правиль­ность) решения стоящих перед СЧМ задач. Оценивается она вероятностью правильного решения задачи, которая, по статистическим данным, определяется отношением

Pпр=1 – mош / N

где mош и N *—* соответственно число ошибочно решенных и общее число решаемых задач.

Важной характеристикой деятельности оператора яв­ляется также **точность** его работы. На этой характеристике следует остановиться особо, ибо в ряде случаев происхо­дит некоторое смешение ее с надежностью. В каче­стве исходного понятия для определения обеих характери­стик используется понятие «ошибка оператора», для расчета обеих характеристик предлагаются одинаковые фор­мулы и т. д. Фактически же надежность и точность пред­ставляют собой различные показатели, характеризующие разные стороны деятельности оператора. Правильное тол­кование обоих этих показателей дается в работе.

Под точностью работы оператора следует понимать сте­пень отклонения некоторого параметра, измеряемого, уста­навливаемого или регулируемого оператором, от своего истинного, заданного или номинального значения. Коли­чественно точность работы оператора оценивается величи­ной погрешности, с которой оператор измеряет, устанавли­вает или регулирует данный параметр:

*Y=* Iн - Iоп

где Iн — истинное или номинальное значение параметра; Iоп — фактически измеряемое или регулируемое операто­ром значение этого параметра.

Величина погрешности может иметь как положитель­ный, так и отрицательный знак. Понятия ошибки и погреш­ности не тождественны между собой: не всякая погреш­ность является ошибкой. До тех пор пока величина погрешности не выходит за допустимые пределы, она не является ошибкой, и только в противном случае ее следует считать ошибкой и учитывать также при оценке надежности. Понятие погрешности наиболее важно для тех случаев, когда измеряемый или регулируемый оператором параметр представляет непрерывную величину. Так, например, мож­но говорить о точности определения координат самолета оператором радиолокационной станции и т. д.

В работе оператора следует различать случайную и си­стематическую погрешности. Случайная погрешность опе­ратора оценивается величиной среднеквадратической по­грешности, систематическая погрешность — величиной математического ожидания отдельных погрешностей. Ме­тоды их определения приведены в работах.

**Своевременность** решения задачи СЧМ оценивается вероятностью того, что стоящая перед СЧМ задача будет решена за время, не превышающее допустимое:

Тдоп

Рсв = Р {Тц < Тдоп*}* =  *φ* (Т) dT,

0

где *φ* (Т) *—* функция плотности времени решения задачи системой «человек — машина».

Эта же вероятность по статистическим данным оцени­вается по выражению

Рсв= 1 – mнс / N

где mнс — число несвоевременно решенных СЧМ задач.

При определении величин mош и mнс, а следовательно, и при оценке вероятностей Pпри Рсвне имеет значения, за счет каких причин (некачественной работы машины или некачественной деятельности оператора) неправильно или несвоевременно решена задача системой «человек — ма­шина».

Поскольку большинство СЧМ работают в рамках опре­деленных временных ограничений, то несвоевременное решение задачи приводит к недостижению цели, стоящей перед системой «человек — машина». Поэтому в этих слу­чаях в качестве общего показателя надежности исполь­зуется вероятность правильного (Рпр) и своевременного (Рсв) решения задачи

Рсмч= PпрРсв ,

Такой показатель используется, например, при приме­нении обобщенного структурного метода оценки надежно­сти СЧМ [см. 31].

**Безопасность** труда человека в СЧМ оценивается веро­ятностью безопасной работы

n

Рсчм= 1 - ∑ Pвоз I Pош I ,

i=1

где Рвоз i *—* вероятность возникновения опасной или вред­ной для человека производственной ситуации i-го типа; РОШ i — вероятность неправильных действий оператора в i-й ситуации; n — число возможных травмоопасных ситуаций.

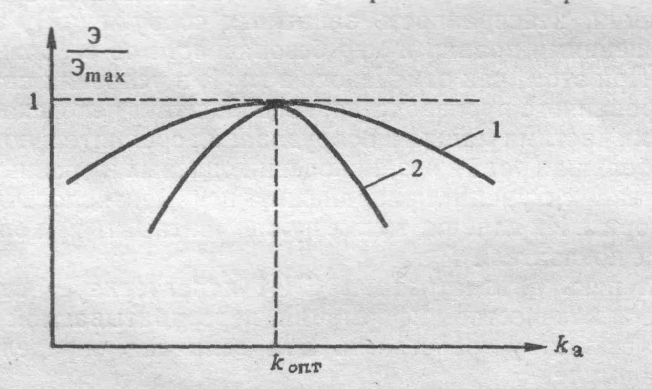
Опасные и вредные ситуации могут создаваться как тех­ническими причинами (неисправность машины, аварийная ситуация, неисправность защитных сооружений), так и нарушениями правил и мер безопасности со стороны лю­дей. При этом, в условиях автома­тизированного производства, когда контакт человека с ра­бочими частями машин и оборудования сравнительно неве­лик, большая роль в возникновении опасных и вредных для человека ситуаций принадлежит психофизиологическим факторам. Их влияние также нужно учитывать при опреде­лении показателя Рбт.

**Степень автоматизации** СЧМ характеризует относи­тельное количество информации, перерабатываемой авто­матическими устройствами. Эта величина определяется по формуле

Ka= 1 – Ноп / Нсмч ,

где Ноп *—* количество информации, перерабатываемой опе­ратором; Нсчм — общее количество информации, цирку­лирующей в системе «человек — машина».

Для каждой СЧМ существует некоторая оптимальная степень автоматизации (koпт), при которой эффективность СЧМ становится максимальной. При этом чем сложнее СЧМ, тем больше потери эффективности из-за неправильного выбора степени автоматизации. Это видно из сравнения кривых 1 и 2 на рис. Оптимальная сте­пень автоматизации устанавливается в процессе решения задачи распределения функций между человеком и ма­шиной.



Зависимость эффективности СЧМ от сте­пени автоматизации: 1 — для простых систем; 2 *—* для сложных систем

**Экономический показатель** характеризует полные за­траты на систему «человек — машина». В общем случае эти затраты складываются из трех составляющих: затрат на создание (изготовление) системы Си,затрат на подго­товку операторов Соп и эксплуатационных расходов Сэ. По отношению к процессу эксплуатации затраты Си и Соп являются, как правило, капитальными. Тогда полные при­веденные затраты в СЧМ определяются выражением

Wсчм=Сэ + Ен(Соп + Си),

где Ен — нормативный коэффициент экономической эффек­тивности капитальных затрат.

При заданной величине Wсчм путем перераспределения затрат между отдельными составляющими Си, Сопи Сэ можно получить различные значения общей эффективно­сти СЧМ. И, наоборот, заданная эффективность СЧМ мо­жет быть обеспечена с помощью различных затрат в зависимости от распределения их между отдельными состав­ляющими. Методы технико-экономической оптимизации СЧМ (получение заданной эффективности при минимуме Wсчм или получение максимума эффективности при задан­ной величине Wсчм) путем перераспределения затрат Си, Соп и Сэ *.*

Большое значение при анализе и оценке СЧМ имеют эргономические показатели. Они учитывают совокупность специфических свойств системы «человек — машина», обеспечивающих возможность осуществления в ней дея­тельности человека (группы людей). Эргономические по­казатели представляют собой иерархическую структуру, включающую в себя целостную эргономическую характе­ристику (эргономичность СЧМ), комплексные (управляе­мость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость СЧМ), групповые (социально-психологические, психологические, физиологические, антропометрические, гигиенические) и единичные показатели.

С помощью рассмотренных показателей можно оценить одно или несколько однотипных свойств СЧМ. Иногда их может оказаться недостаточно для решения инженерно-психологических задач (например, при выборе одного из нескольких конкурирующих вариантов СЧМ). В этом слу­чае нужно дать интегральную оценку качества системы «человек — машина» как совокупности всех ее основных свойств. Для этого используется понятие эффективности СЧМ, под которой понимается степень приспособленности системы к выполнению возложенных на нее функций. При определении эффективности СЧМ необходимо учесть сле­дующие правила: для получения полной интегральной оценки следует учитывать всю совокупность частных показателей каче­ства СЧМ;

частные показатели должны входить в общую оценку с некоторым «весом», характеризующим их важность в данной системе;

поскольку частные показатели имеют различный физи­ческий смысл и измеряются в разных величинах, они дол­жны быть приведены к безразмерному и нормированному относительно некоторого эталона виду.

При этом следует отметить, что все частные показа­тели с точки зрения их влияния на эффективность могут быть повышающими (надежность, безопасность, своевре­менность и т. п.) или понижающими (затраты, время решения задачи и др.)- Поэтому нормирование производится следующим образом:

для повышающих показателей

Эi= Ei / Emax i

для понижающих показателей

Эi= Ei / Emin i

где Эi и Ei— соответственно нормированное и абсолютное значение i-гочастного показателя; Emax iи emin i — макси­мальное (минимальное) значение

i-гo частного показа­теля, которое имеет существующая или проектируемая аналогичная система.

Эффективность системы представляется как некоторая совокупность частных показателей. Чаще всего применя­ется аддитивная функция

n

Эсчм= ∑ ai Эi

i=1

где аi- — «весовые» коэффициенты, сумма которых должна быть равна единице; n *—* число учитываемых частных по­казателей.

При выполнении рассмотренных условий величина Эcчм принимает значения в пределах от нуля до единицы и пред­ставляет собой своеобразный «коэффициент полезного действия» системы «человек — машина».

**3. Оператор в системе «человек машина».**

Как уже отмечалось, независимо от степени автомати­зации СЧМ, человек остается главным звеном системы «человек — машина». Именно он ставит цели перед систе­мой, планирует, направляет и контролирует весь процесс ее функционирования. Поэтому деятельность оператора является исходным пунктом инженерно-психологического анализа и изучения СЧМ. Деятельность оператора имеет ряд особенностей, определяемых следующими тенденци­ями развития современного производства.

1. С развитием техники увеличивается число объектов (и их параметров), которыми необходимо управлять. Это усложняет и повышает роль операций по планированию и организации труда, по контролю и управлению производ­ственными процессами.

2. Развиваются системы дистанционного управления. Человек все более удаляется от управляемых объектов, о динамике их состояния он судит не по данным непосред­ственного наблюдения, а на основании восприятия сигна­лов от устройств отображения информации, имитирую­щих реальные производственные объекты. Осуществляя дистанционное управление, человек получает необходимую информацию в закодированном виде (т. е. в виде показа­ний счетчиков, индикаторов, измерительных приборов и т. д.), что обусловливает необходимость декодирования и мысленного сопоставления полученной информации с со­стоянием реального управляемого объекта.

3. Увеличение сложности и скорости течения производ­ственных процессов выдвигает повышенные требования к точности действий операторов, быстроте принятия реше­ний в осуществлении управленческих функций. В значи­тельной мере возрастает степень ответственности за совер­шаемые действия, поскольку ошибка оператора при выпол­нении даже самого простого акта может привести к нару­шению работы всей системы «человек — машина», создать аварийную ситуацию с угрозой для жизни работающих людей. Поэтому работа оператора в современных чело­веко-машинных комплексах характеризуется значитель­ными увеличениями нагрузки на нервно-психическую дея­тельность человека, в связи с чем по-иному ставится проб­лема критериев тяжести операторского труда. Основным критерием становится не физическая тяжесть труда, а его нервно-психическая напряженность.

4. В условиях современного производства изменяются условия работы человека. Для некоторых видов деятельно­сти оператора характерно ограничение двигательной ак­тивности, которое не только проявляется в общем умень­шении количества мышечной работы, но и связано с преи­мущественным использованием малых групп мышц. Иногда оператор должен выполнять работу в условиях изоляции от привычной социальной среды, в окружении приборов и индикаторов. И если эти устройства спроектированы без учета психофизиологических особенностей оператора либо выдают ему ложную и искаженную информацию, то воз­никает ситуация, которую образно называют «конфлик­том» человека с приборами .

5. Повышение степени автоматизации производствен­ных процессов требует от оператора высокой готовности к экстренным действиям. При нормальном протекании про­цесса основной функцией оператора является контроль и наблюдение за его ходом. При возникновении нарушений оператор должен осуществить резкий переход от монотон­ной работы в условиях «оперативного покоя» к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклоне­ний. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллек­туальных перегрузок.

Рассмотренные особенности операторского труда поз­воляют выделить его в специфический вид профессиональ­ной деятельности, в связи с чем для его изучения, анализа и оценки недостаточно классических методов, разработан­ных психологией и физиологией труда и используемых для оптимизации различных видов работ, не связанных с ди­станционным управлением по приборам.

Деятельность оператора в системе «человек — ма­шина» может носить самый разнообразный характер. Не­смотря на это, в общем виде она может быть представлена в виде четырех основных этапов.

1. Прием информации.На этом этапе осуществляется восприятие поступающей информации об объектах управ­ления и тех свойствах окружающей среды и СЧМ в целом, которые важны для решения задачи, поставленной перед системой «человек — машина». При этом осуществляются такие действия, как обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование; в результате у оператора складывается предварительное представление о состоянии управляемого объекта: информация приводится к виду, пригодному для оценки и принятия решения.

2. Оценка и переработка информации.На этом этапе производится сопоставление заданных и текущих (реаль­ных) режимов работы СЧМ, производится анализ и обоб­щение информации, выделяются критичные объекты и си­туации и на основании заранее известных критериев важ­ности и срочности определяется очередность обработки информации. Качество выполнения этого этапа во многом зависит от принятых способов кодирования информации и возможностей оператора по ее деко­дированию. На данном этапе оператором могут выпол­няться такие действия, как запоминание информации, из­влечение ее из памяти, декодирование и т. п.

3. Принятие решения.Решение о необходимых дейст­виях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других известных све­дений о целях и условиях работы системы, возможных спо­собах действия, последствиях правильных и ошибочных решений и т. д. Время принятия решения существенным образом зависит от энтропии множества решений. Если же каждому состоянию объекта могут быть поставлены в соответствие несколько решений, то при расчете энтропии нужно учесть еще и сложность выбора из множества возможных решений необходимого.

4. Реализация принятого решения.На этом этапе осу­ществляется приведение принятого решения в исполнение путем выполнения определенных действий или отдачи соот­ветствующих распоряжений. Отдельными действиями на этом этапе являются: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, дви­жение руки к органу управления и манипуляция с ним (на­жатие кнопки, включение тумблера, поворот рычага и т. п.). На каждом из этапов оператор совершает самокон­троль собственных действий. Этот самоконтроль может быть инструментальным или неинструмеитальным. В пер­вом случае оператор проводит контроль своих действий с помощью специальных технических средств (например, с помощью специальных индикаторов контролирует пра­вильность набора информации). Во втором случае кон­троль ведется без применения технических средств. Он осуществляется путем визуального осмотра, повторения отдельных действий и т. п. Проведение любого вида само­контроля способствует повышению надежности работы оператора.

На качество и эффективность выполнения каждого из рассмотренных этапов оказывает влияние целый ряд фак­торов. Так, например, качество приема информации зави­сит от вида и количества индикаторов, организации ин­формационного поля, психофизических характеристик предъявляемой информации (размеров изображений, их светотехнических характеристик, цветового тона и цвето­вого контраста).

На оценку и переработку информации влияют такие факторы, как способ кодирования информации, объем ее отображения, динамика смены информации, соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора. Эффективность принятия решения определяется сле­дующими факторами: типом решаемой задачи, числом и сложностью проверяемых логических условий, слож­ностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит от числа органов управления, их типа и способа размещения, а также от большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления (раз­мер, форма, сила сопротивления и т.д.).

Первые два этапа в совокупности называют иногда получением информации, последние два этапа — ее реа­лизацией. Из проведенного описания видно, что получение информации включает в себя как бы два уровня, поскольку текущая информация передается оператору через систему технических устройств. Он, как правило, не имеет возмож­ности непосредственно наблюдать за объектом управления (во всяком случае эта возможность ограничена), а полу­чает необходимую информацию со средств отображения в закодированном виде. С их помощью формируется ин­формационная модель объекта управления.

Поэтому на первом уровне получения информации про­исходит восприятие оператором информационной модели, т. е. восприятие физических явлений, выступающих в роли носителей информации (положение стрелки на шкале из­мерительного прибора, комбинация знаков на экране элек­тронно-лучевой трубки, мигание лампочки, звук и т. п.). После этого на втором уровне осуществляется декодиро­вание воспринятых сигналов и формирование на этой ос­нове некоторой «умственной картины» управляемого про­цесса и условий, в которых он протекает. Такую «умствен­ную картину» в инженерной психологии принято называть концептуальной моделью '. Она дает возможность опера­тору соотнести в единое целое различные части управляе­мого процесса и затем на основе принятого решения осу­ществить эффективные управляющие действия, т. е. пра­вильно реализовать полученную информацию.

Деятельность оператора, как отмечалось в начале дан­ного параграфа, имеет целый ряд специфических особен­ностей. Поэтому успешное ее выполнение предполагает определенный уровень развития психических процессов. Основными из них являются восприятие, внимание, па­мять, представление и др..

До сих пор нами рассматривались общие черты деятель­ности оператора. Однако наряду с ними можно выделить и различные виды операторского труда, каждый из кото­рых характеризуется своими частными особенностями.

Оператор-технолог непосредственно включен в техно­логический процесс. Он работает в основном в режиме немедленного обслуживания. Преобладающими в его дея­тельности являются управляющие действия. Выполнение действий регламентируется обычно инструкциями, которые содержат, как правило, почти полный набор ситуаций и решений. К этому виду относятся операторы технологиче­ских процессов, автоматических линий, операторы по при­ему и переработке информации и т. п.

Оператор-наблюдатель (контролер) является класси­ческим типом оператора, с изучения деятельности которого и началась инженерная психология. Важное значение для деятельности такого оператора имеют информационные и концептуальные модели, а также процессы принятия решения. Управляющие действия контролера (по сравне­нию с оператором первого типа) несколько упрощены. Опе­ратор-наблюдатель может работать в режиме отстрочен­ного обслуживания. Такой тип деятельности является мас­совым для систем, работающих в реальном масштабе времени (операторы радиолокационной станции, диспет­черы на различных видах транспорта и т.д.).

Оператор-исследователь в значительно большей сте­пени использует аппарат понятийного мышления и опыт, заложенные в концептуальную модель. Органы управле­ния играют для него еще меньшую роль, а «вес» информа­ционных моделей, наоборот, существенно увеличивается. К таким операторам относятся пользователи вычислитель­ных систем, дешифровщики различных объектов (обра­зов) и т. д.

Оператор-руководитель в принципе мало отличается от предыдущего типа, но для него механизмы интеллектуаль­ной деятельности играют главенствующую роль. К таким операторам относятся организаторы, руководители раз­личных уровней, лица, принимающие ответственные реше­ния в человеко-машинных комплексах и обладающие инту­ицией, знанием и опытом.

Для деятельности оператора-манипулятора большое значение имеет сенсомоторная координация (например, непрерывное слежение за движущимся объектом) и мотор­ные (двигательные) навыки. Хотя механизмы моторной деятельности имеют для него главенствующее значение, в деятельности используется также аппарат понятийного и образного мышления. В функции оператора-манипуля­тора входит управление роботами, манипуляторами, ма­шинами-усилителями мышечной энергии человека (станки, экскаваторы, транспортные средства и т. п.).

Рассмотренные ранее общие психологические качества операторов и степень их проявления могут теперь быть дифференцированы в зависимости от вида деятельности оператора. Так, оператору-руководителю в первую очередь необходимы: высокая помехоустойчивость при восприятии слуховой и зрительной информации; способность к аб­страктному мышлению, обобщению, конкретизации, мыш­лению вероятностными категориями; критичность мыш­ления.

В отличие от этого требования к оператору-манипуля­тору будут иные. К ним относятся: высокая чувствитель­ность и помехоустойчивость при восприятии различных видов информации, способность к устойчивой моторной ра­боте в максимальном темпе, высокая мышечно-суставная чувствительность.

Аналогичные требования могут быть разработаны и для операторов других типов. Все их нужно учитывать при проектировании деятельности и профессиональном отборе операторов.

**III. Заключение.**

Инженерная психология, являющаяся особой науч­ной дисциплиной, пограничной для технических и психо­логических наук, возникла как ответ на нужды научно-технического прогресса. Ее объектом являются системы «человек — машина», а предметом — процессы информа­ционного взаимодействия человека и техники.

Создание новых образцов техники и новых техноло­гических процессов неизбежно сопровождается измене­ниями требований к человеку как субъекту труда; изме­няются орудия и условия труда, формируются новые виды трудовой деятельности. Каждый новый шаг в развитии техники и технологии порождает и новые проблемы, тре­бующие инженерно-психологического исследования. Это значит, что инженерная психология есть наука непрестанно развивающаяся. Ее развитие органически связано с научно-техническим прогрессом. С ходом научно-техни­ческого прогресса роль инженерной психологии возра­стает.

В современном обществе инженерная психоло­гия, как и все другие науки, поставлена на службу чело­веку труда. Главная задача инженерной психологии — это разработка оптимальных методов и средств разреше­ния противоречий между технологическими процессами и техникой, с одной стороны, и трудовой деятельностью человека — с другой, возникающих в процессе развития производства. Ее цель — повышение производительности труда путем гуманизации техники и технологии.

**Список литературы.**

1. Основы инженерной психологии. / под ред. Ломова. М 1986г.

2. А.Н. Леонтьев / Лекции по общей психологии. / М. 2000г.