

И.П. Сысоев

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Курс лекций

Витебск
2017

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

*Курс лекций
для слушателей специальности переподготовки
1-59 01 06 «Охрана труда в отраслях непроизводственной сферы»*

Витебск
2017

УДК 331(075.8)

ББК 65.24

С 95

Рецензенты:

доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» Скворцов В.А.;

магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры «Менеджмента» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» Снетков С.М.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 29.04.16 г.

Сысоев, И. П.

Эргономические основы организации рабочих мест : курс лекций для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 06 «Охрана труда в отраслях непромышленной сферы» / И. П. Сысоев. – Витебск: УО «ВГТУ». 2017. – 85 с.

ISBN 978-985-481-462-9

Курс лекций позволяет слушателям изучить эргономическую безопасность рабочего места, деятельность человека в системе «человек – машина – среда». Рассматриваются вопросы адаптации человека и техники, эстетики и культуры организационного процесса, а также психологические вредные и опасные факторы условий трудовой деятельности, позволяющие сформировать у слушателей эргономическое мировоззрение рабочего места.

УДК 331(075.8)

ББК 65.24

ISBN 978-985-481-462-9

© УО «ВГТУ», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Основы эргономической безопасности труда	4
Тема 2. Предмет «ЭРГОНОМИКА» и его связь с другими дисциплинами	14
Тема 3. Система «человек – машина – среда»	20
Тема 4. Взаимная адаптация человека и техники	38
Тема 5. Эстетика и культура организационного процесса	60
Тема 6. Психологические вредные и опасные факторы условий труда	73
Рефераты и вопросы к обсуждению на практических занятиях	84
Вопросы к зачету по дисциплине «Эргономические основы организации рабочих мест»	85
Список используемой литературы	87

Тема 1. Основы эргономической безопасности труда

Вопросы:

- 1.1 Понятие, сущность и основные направления эргономики.
- 1.2 Роль эргономики в обеспечении безопасности труда.
- 1.3 Основные требования, предъявляемые эргономикой.

1.1 Понятие, сущность и основные направления эргономики

Термин «эргономика» был принят в Англии в 1949 г., когда группа английских ученых положила начало организации Эргономического исследовательского общества. В СССР в 20-е годы предлагался термин «эргология», а в настоящее время принят английский термин. В некоторых странах эта научная дисциплина имеет иные названия: в США – «исследование человеческих факторов» (Human Factors (HF) – американское название европейской Ergonomics), в ФРГ – «антропотехника».

Юридически оформившись в 1949 г., эргономика претерпела существенные изменения за эти десятилетия. Так, если 20 лет назад основные работы велись в областях (в порядке убывания приоритетности) антропометрии, физиологии труда, проектирования труда, биомеханики, психологии, то в последнее десятилетие приоритеты эргономики существенно сместились в область безопасности, проектирования труда, биомеханики, напряженности труда, интерфейса «человек-компьютер». Биомеханика и физиология труда не доминируют, как в прошлом, но возник их новый аспект, связанный с расстройствами опорно-двигательного аппарата, обусловленный ростом части людей, работающих на компьютеризированных местах.

Brian Shakel характеризует развитие эргономики по десятилетиям как:

- 1950-е – военная эргономика,
- 1960-е – промышленная эргономика,
- 1970-е – эргономика товаров широкого потребления,
- 1980-е – интерфейс «человек-компьютер» и эргономика программного обеспечения,
- 1990-е – когнитивная и организационная эргономика.

К концу XX века выделились три главных направления внутри эргономики:

1. Эргономика физической среды, рассматривающая вопросы, связанные с анатомическими, антропометрическими, физиологическими и биомеханическими характеристиками человека, имеющими отношение к физическому труду. Наиболее актуальные проблемы включают рабочую позу, обработку материалов, расстройства опорно-двигательного аппарата, компоновку рабочего места, надежность и здоровье.

2. Когнитивная эргономика связана с психическими процессами, такими как, например, восприятие, память, принятие решений, поскольку они оказывают влияние на взаимодействие между человеком и другими элементами сис-

темы. Соответствующие проблемы включают умственный труд, принятие решений, квалифицированное выполнение, взаимодействие человека и компьютера, акцент делается на подготовке и непрерывном обучении человека при проектировании социотехнической системы.

3. Организационная эргономика рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией социотехнических систем, включая их организационные структуры и процессы управления. Проблемы включают рассмотрение системы связей между индивидуумами, управление групповыми ресурсами, разработку проектов, кооперацию, групповую работу и управление.

Эргономика – наука, изучающая различные предметы, находящиеся в непосредственном контакте с человеком в процессе его жизнедеятельности. Ее цель разработать форму предметов и предусмотреть систему взаимодействия с ними, которые были бы максимально удобными для человека при их использовании.

Эргономика – наука, комплексно изучающая функциональные возможности человека (группы людей) в конкретных условиях его (их) деятельности, которая связана с использованием технических средств на производстве и в быту.

Эргономика – результат синтеза гигиены, психологии, анатомии и целого ряда других наук.



Рисунок 1 – Компоненты эргономики

Эргономика – эта научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности, влияние разного рода факторов на его работу.

Эргономика – отрасль науки, изучающая человека (или группу людей) и его (их) деятельность в условиях производства с целью совершенствования

орудий, условий и процесса труда. Основной объект исследования эргономики – системы «человек – машина», в том числе и так называемые эргатические системы; метод исследования – системный подход.

Эргономика – научно-практическая дисциплина, изучающая деятельность человека, орудия и средства его деятельности, окружающую среду в процессе их взаимодействия с целью обеспечения эффективности, безопасности и комфорта жизнедеятельности человека.

Эргономика – дисциплина, изучающая движение человека в процессе производственной деятельности, затраты его энергии, производительность и интенсивность при конкретных видах работ. Эргономика исследует не только анатомические и физиологические, но также и психические изменения, которым подвергается человек во время работы. Результаты эргономических исследований используются при организации рабочих мест, а также в промышленном дизайне.

Эргономика занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда, а также профессионального мастерства. Ее предметом является трудовая деятельность, а объектом исследования – системы «человек – орудие труда – предмет труда – производственная среда».

Эргономика относится к тем наукам, которые можно различать по предмету и специфическому сочетанию методов, применяемых в них. Она в значительной мере использует методы исследований, сложившиеся в психологии, физиологии и гигиене труда. Проблема состоит в координации различных методических приемов при решении той или иной эргономической задачи, в последующем обобщении и синтезировании полученных с их помощью результатов. В ряде случаев этот процесс приводит к созданию новых методов исследований в эргономике, отличных от методов тех дисциплин, на которые она возникла.

Эргономика – отрасль междисциплинарная, черпающая знания, методы исследования и технологии проектирования из следующих отраслей человеческого знания и практики:

Миди- и Микроэргономика

Мидиэргономика – исследование и проектирование систем «человек – коллектив», «коллектив – машина», «человек – сеть», «коллектив – организация». Мидиэргономика исследует взаимодействия на уровне рабочих мест и производственных задач. В сферу интересов мидиэргономики входят:

- 1) проектирование организаций;
- 2) планирование работ;
- 3) обитаемость рабочих помещений;
- 4) гигиена труда;
- 5) проектирование интерфейсов сетевых программных продуктов.

Это – исследование и проектирование систем «человек – рабочая группа, коллектив, экипаж, организация», «коллектив – машина», «человек – сеть,

сетевое сообщество», «коллектив – организация». Сюда входит и проектирование организаций, и планирование работ, и обитаемость рабочих помещений, и гигиена труда, и проектирование АРМ залов с дисплеями общего пользования, проектирование интерфейсов сетевых программных продуктов, и многое, многое другое. Исследуется взаимодействие на уровне рабочих мест и производственных задач.

Микроэргономика – исследование и проектирование систем «человек – машина».

Сюда же включаются интерфейсы «человек – компьютер» (компьютер рассматривается как часть машины – например, в кабине истребителя есть дисплеи), – как аппаратные интерфейсы, так и программные. Соответственно, «эргономика программного обеспечения» – это подраздел микроэргономики. Сюда же относятся системы «человек – компьютер – человек», «человек – компьютер – процесс», «человек – программа, ПО, ОС».

Система «человек – машина» Man – machine system. Человеко-машинная система – система, в которой человек-оператор или группа операторов взаимодействует с техническим устройством в процессе производства материальных ценностей, управления, обработки информации. Система человек – машина является предметом исследования системотехники, инженерной психологии, эргономики.

1.2 Роль эргономики в обеспечении безопасности труда

Главным условием повышения эффективности общественного производства является дальнейшее ускорение научно-технического прогресса, внедрение в производство усовершенствований в технике и технологии, что является важной предпосылкой для облегчения труда человека.

В процессе развития производства существенно изменяются условия, характер и содержание труда человека. С одной стороны, открываются более широкие возможности для облегчения труда, освобождения человека от выполнения однообразных, трудоемких ручных операций. С другой стороны, быстрый рост энергетических, скоростных и других параметров техники, повышение уровня автоматизации технологических процессов (особенно при незавершенной или неполной автоматизации) приводят к появлению новых факторов, неблагоприятно влияющих на организм человека. К ним относится ограничение общей подвижности, неравномерность мышечной нагрузки и повышенная напряженность труда, обусловленная однообразием выполняемых действий при высоких требованиях к уровню психической активности человека. Отрицательное воздействие новых особенностей характера труда нередко усугубляется наличием вредных факторов производственной среды – интенсивного шума, вибрации, неблагоприятного микроклимата, пыли, токсических веществ и пр. В этих условиях управление техникой, особенно в высокомеханизированном и автоматизированном производстве, связано с возникновением ошибок у чело-

века, сопровождающихся значительными моральными и материальными потерями, тем более существенными, чем сложнее техника и многообразнее взаимоотношения с ней человека.

Поэтому достижения технического прогресса, связанные с интенсивным перевооружением производства, созданием новых и совершенствованием старых технологических процессов и оборудования, широким внедрением в промышленность комплексной механизации и автоматизации, могут быть успешно реализованы лишь при достаточно полном учете характера все усложняющихся связей между человеком и машиной.

Правильное решение задачи проектирования взаимодействия человека и техники может быть достигнуто только на основе системного выявления и использования тех связей, которые существуют реально между техникой и технологией производства с порождаемыми ими условиями труда, с одной стороны, и реакциями на них работающего человека – с другой. Системный подход характерен для сравнительно недавно возникшей и бурно развивающейся отрасли знания – эргономики. Специфическим предметом ее исследований является не техника сама по себе и не только человек как субъект производства, а система человек – машина, все элементы которой рассматриваются в единстве и взаимодействии с конечной целью согласования физических и психических возможностей человека, его эстетических вкусов и других качеств с параметрами современных технических средств.

Эргономист изучает проблемы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, проектирует процесс деятельности человека, обосновывает оптимальные требования к средствам и условиям деятельности и разрабатывает методы их учета при создании и эксплуатации техники, управляемой и обслуживаемой человеком.

Рациональное сочетание возможностей человека и характеристик машины и соответствующее распределение функций внутри системы существенно повышают ее эффективность и обуславливают оптимальное использование человеком технических средств в соответствии с их назначением. Применение данных эргономики и выполнение стоящих перед исследователем задач в процессе проектирования, создания и эксплуатации различного рода технических систем и машин способствуют достижению высокой эффективности производства и созданию безопасных условий деятельности человека.

Решение эргономикой указанных задач предполагает использование ею данных и методов наук, изучающих свойства и возможности человека, – физиологии, психологии, социологии, гигиены труда, антропологии, инженерной психологии и др. Это определяет связи эргономики с перечисленными науками. Из арсенала этик и ряда других наук эргономика использует множество данных, с тем чтобы на основе их целевого синтеза создавать свои требования и рекомендации к тому или иному оборудованию и виду деятельности, увязанные между собой в единую систему, направленную на всемерное повышение эффективности функционирования системы «человек – машина» при обязатель-

ном сохранении и укреплении здоровья человека как основной производительной силы.

Существенное значение эргономисты придают также условиям среды, в которой протекает трудовая деятельность человека (гигиенические условия труда).

В настоящее время назначение НОТ претерпевает существенные изменения в связи с внедрением эргономики в проектирование предприятий, оборудования и технологических процессов. Это обуславливает особое значение для НОТ эргономических данных, необходимых при подготовке соответствующих типовых проектов.

1.3 Основные требования, предъявляемые эргономикой

Общие эргономические требования относятся к факторам производственной среды, к величинам рабочей (трудовой) нагрузки, в том числе физической и нервно-эмоциональной, создаваемой при управлении и обслуживании оборудования, и к параметрам отдельных элементов оборудования (рисунок 2).

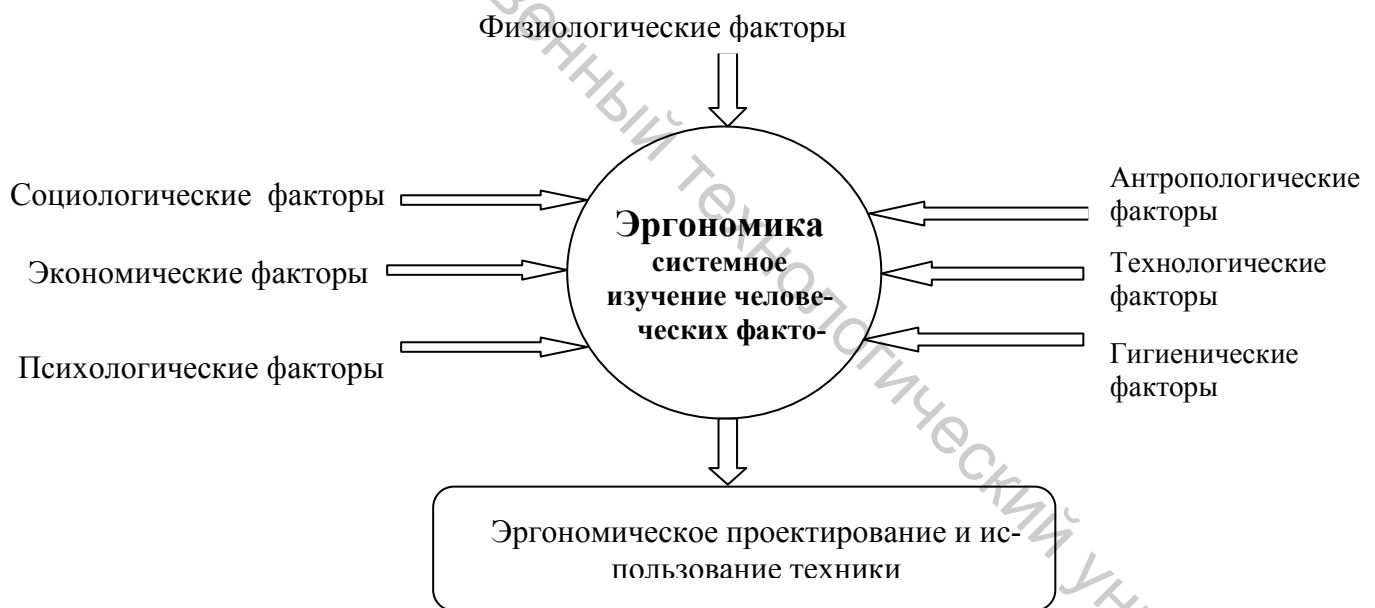


Рисунок 2 – Система факторов при эргономическом проектировании и использовании техники

В соответствии с требованиями эргономики уровни производственных факторов в рабочей зоне, источником которых является оборудование, должны находиться в пределах величин, гарантирующих здоровье человека. Если такие уровни обеспечиваются не самой конструкцией оборудования, а входящими в нее специальными техническими и санитарно-техническими средствами либо

использованием средств коллективной и индивидуальной защиты, то эти средства должны способствовать удобству выполнения трудовых действий.

При проектировании оборудования необходимо предусмотреть такое распределение функций между человеком и системой управления оборудованием, такой уровень автоматизации – технологического процесса, чтобы обеспечивалась высокая эффективность функционирования системы при оптимальной или допустимой степени тяжести и напряженности труда работающих. При этом должны быть ограничены не только верхний (чрезмерная нагрузка), но и нижний (недостаточная нагрузка) пределы рабочих нагрузок.

Так, для ограничения физических нагрузок на работающего к конструкции оборудования предъявляются требования обеспечения таких величин нагрузок, которые вызывали бы в течение смены энергозатраты организма человека не более 293 Дж/с. Для исключения монотонности труда конструкция производственного оборудования должна обеспечивать возможность организации трудового процесса, ограничивающего частоту повторения простых элементарных трудовых действий и длительность непрерывного пассивного наблюдения за ходом производственного процесса. Первое имеет значение для видов физического труда, характеризующихся однообразием выполняемых простых трудовых действий, второе – для операторских видов трудовой деятельности.

Эргономические требования к производственному оборудованию с групповыми рабочими местами (типа конвейерных линий) касаются необходимости обеспечения переменного темпа выполнения трудовых действий в соответствии с динамикой работоспособности человека в течение смены. Если по технологическим требованиям темп работы конвейера не лимитируется, то скорость движения ленты конвейера лучше варьировать в пределах $\pm 20\%$ от заданной в соответствии с кривой работоспособности человека. При выполнении этого требования работоспособность человека устойчива и находится на высоком уровне в течение всей смены.

Удобство выполнения трудовых действий должно обеспечиваться конструированием элементов оборудования, с которыми человек имеет непосредственный контакт в процессе трудовой деятельности, в соответствии с антропометрическими особенностями человека. Так как производственное оборудование рассматривается как компонент системы «человек – машина», то эргономические требования предъявляются не только к конструкции оборудования и его элементов, но и к организации рабочего места с точки зрения его соответствия антропометрическим и физиологическим свойствам человека.

Рабочее место должно быть спроектировано так, чтобы выполнение трудовых действий осуществлялось в наиболее рациональных рабочих положениях, учитывающих величину физической нагрузки при работе, размеры рабочей зоны и необходимость передвижений в ней, особенности технологического процесса, в том числе требуемую точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и др. При этом работа в любом положении должна производиться в

рациональных рабочих поз, создающих наибольшее удобство и наименьшее утомление работающего.

Обеспечение рациональных рабочих поз осуществляется проектированием оборудования и пространственной компоновкой его элементов в целостное рабочее место с учетом антропометрических данных человека.

Эффективность реализации эргономических требований зависит от того, в какой мере и на какой стадии создания и функционирования техники эти требования учтены. В настоящее время опыт внедрения эргономических требований показывает, что они находят отражение при проектировании производственного оборудования, преимущественно в художественно-конструкторском проекте, на стадиях эскизного и технического проектов. Такая практика ведет к недостаточному учету эргономических требований, в частности по согласованию параметров оборудования и функций человека, по обеспечению необходимого уровня подготовки персонала и надежности системы в целом. Эти требования, касающиеся рационального распределения функций между человеком и машиной, должны быть реализованы на более ранних стадиях проектирования, на стадии технического задания. Уже на этой стадии может быть составлен перечень функций, подлежащих автоматизации, определены зоны действия работающего, рациональные способы управления процессами и предъявления информации и т. п.

На стадии эскизного проекта определяется алгоритм работы человека, уточняются элементы деятельности, объем необходимой информации и способы ее представления, обосновывается выбор тех или иных органов управления, конкретизируются требования к организации рабочих мест в целом, к технологической и организационной оснастке в частности, выявляются возможные неблагоприятные факторы производственной среды и обосновываются мероприятия по устранению их действия. Еще большей конкретизации достигает реализация эргономических требований на стадии технического проекта, где уточняется и корректируется распределение функций между человеком и машиной, определяются конкретные функции человека-оператора и вспомогательного персонала, проектируются рабочее место, органы управления, средства отображения информации и пр.

Требования к органам управления. Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают выполнение работающим требуемого действия по реализации принятого решения: приведение в действие исполнительных органов объекта управления, ввод информации.

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части. Приводные элементы органов управления – это те элементы рабочего места, с которыми непосредственно соприкасается оператор, в силу чего эргономические требования к ним должны особенно четко учитывать анатомические, биомеханические и физиологические свойства человека.

При разработке требований к органам управления, а также при анализе и оценке производственного оборудования целесообразно использовать их соответствующие группировки.

По характеру выполнения человеком действий различают три группы органов управления:

1) органы управления одномоментного воздействия на систему, требующие движений включения, выключения или переключения (нажатие кнопки, переключение тумблера, поворот переключателя и т. п.);

2) органы управления, требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных (набор программы, перфорирование, печатание, перемещение рычага, вращение рулевого колеса, работа с педалями и т. п.);

3) органы управления, требующие точных дозированных движений (маховички на универсальных токарных станках, поворотные кнопки радио- и телеаппаратуры и т. п.). Движения для работы с этими органами управления дозируются по силовым, временным и пространственным параметрам.

По направлению перемещения приводных элементов органы управления делятся на линейные (кнопки, педали), вращающиеся (маховики, поворотные кнопки) и смешанные (рычаги, тумблеры).

По степени важности и частоте использования органов управления в трудовом процессе их можно делить на органы управления постоянного (основного оперативного), периодического и эпизодического действия или на используемые очень часто, часто, редко. Первая группа используется для анализа и оценки пространственно-компоновочного решения организации рабочего места, вторая – для оценки степени тяжести и напряженности труда.

По конструктивному исполнению органы управления подразделяются на кнопки и клавиши, рычажные переключатели (тумблеры), поворотные выключатели и переключатели, ручки управления (поворотные), маховики (штурвалы), кривошипные рукоятки, рычаги, педали, ножные кнопки.

Правила выбора органов управления:

– выбор органов управления зависит от характера управляющих действий (включение, переключение, регулирование и т. д.);

– требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений;

– рабочего положения тела человека (стоя, сидя, лежа);

– характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину;

– места расположения органа управления (на панелях пультов или вне их);

– размера, структуры и расположения отведенного пространства, в котором может быть расположен орган управления; типа рабочего места (стационарное, подвижное).

Требования к средствам отображения информации

Средства отображения информации способствуют повышению точности непосредственного наблюдения, с их помощью информация предьявляется в более удобной для восприятия и обработки форме. Широкое внедрение систем дистанционного управления привело к тому, что иногда СОИ становятся единственным источником информации об управляемом объекте и рабочем процессе. В этом случае человек имеет дело не с реальными объектами, а с их моделями, то есть с информацией, организованной в соответствии с определенной системой правил и подаваемой на средства ее отображения. Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние управляемого объекта, принимать решения и осуществлять контроль и управление процессом производства.

При создании информационных моделей необходимо руководствоваться следующими правилами:

- модель должна адекватно отражать управляемый объект, процесс, состояние окружающей среды, самой системы управления;
- по количеству данных модель должна обеспечивать оптимальный объем информации и не приводить к таким нежелательным явлениям, как информационная перегрузка или дефицит данных;
- по форме и композиции модель должна соответствовать задачам трудового процесса и возможностям человека, осуществлять анализ и оценку информации.

Как правило, СОИ бывают визуальные (зрительные) и акустические (звуковые).

К визуальным СОИ относятся различные индикаторы, сигнализаторы, табло и мнемосхемы. Индикаторы бывают аналоговые (положение стрелки на шкале прибора является аналогом той величины, которую она представляет) и цифровые, отражающие измеряемую величину в виде числа (счетчики, измерительные приборы).

Эргономические требования к визуальным СОИ устанавливают необходимые производственные, яркостные, частотные характеристики зрительных образов, а также способы их размещения на рабочем месте.

Временные характеристики зрительной информации, составляющие переменную видимость, определяются инерционностью в работе глаза. Практическое значение этой особенности зрения проявляется в двух аспектах. Первый связан с определением времени экспозиции зрительных сигналов для неизменности воспринимаемой интенсивности сигнала, второй – с определением временных интервалов для ощущения раздельности сигналов, следующих один за другим, и оптимального восприятия каждого из них, или, напротив, определением временных интервалов для ощущения слитности последовательно предьявляемых сигналов.

Тема 2. Предмет «ЭРГОНОМИКА» и его связь с другими дисциплинами

Вопросы:

- 2.1 Предмет, задачи, цели и структура эргономики.
- 2.2 Связь эргономики с другими науками и областями ее использования.
- 2.3 Современное развитие эргономики.

2.1 Предмет, задачи, цели и структура эргономики

Эргономика – это наука, изучающая проблемы, возникающие в системе «человек – техника – система»», с целью оптимизации трудовой деятельности оператора, создания для него комфортных и безопасных условий, повышения за счет этого его производительности, сохранения здоровья и работоспособности. Из этого определения видно, что предметом эргономики является трудовая деятельность человека, а объектом исследования – система «человек – техника – среда».

Для эргономики большое значение имеет проблема взаимосвязи ее со сложными науками.

Связь и область применения эргономики имеют двусторонний характер: она испытывает на себе влияние связанных с ней дисциплин, но и сама оказывает на них влияние в области теории, методологии и практики.

Основные цели эргономики. Первая цель эргономики – повышение эффективности системы «человек – техника – среда», под которой следует понимать способность системы достигать поставленной цели в заданных условиях и с определенным качеством.

Эффективность может быть определена по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{P \times K}{3} \times 100\%, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность системы; P – производительность в единицах продукта системы; K – качество продукта; 3 – материальные, временные, энергетические, психические затраты.

Например, использование ЭВМ и робототехники значительно увеличивает эффективность трудовой деятельности, но может и резко повысить психофизические затраты работника в случае пренебрежения эргономическим анализом и проектированием рабочего места оператора, параметров дисплея.

Вторая цель эргономики – безопасность труда. К системе техники безопасности относятся службы техники безопасности и производственной санитарии во всех отраслях. Надзор и контроль за соблюдением правил по охране труда осуществляют специально уполномоченные государственные органы.

Третья цель эргономики – обеспечение условий для развития личности человека в процессе труда.

Основные понятия эргономики сосредоточены в ГОСТ 26387-84 «Система «человек-машина». Термины и определения». Например, система «человек – машина» по этому стандарту – система, состоящая из человека – оператора (группы операторов) и машины, посредством которой он осуществляет (они осуществляют) трудовую деятельность. Человек-оператор (оператор) – человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления. Машиной в системе «человек – машина» называют совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности. Деятельность человека-оператора – это процесс достижения поставленных в системе целей, состоящий из упорядоченной совокупности действий человека и т. д.

Состав и структура эргономики. Эргономическую оценку системы «человек – техника – среда» можно осуществлять дифференцированным методом, при котором используются отдельные эргономические показатели, или комплексным методом, при котором определяют один обобщенный эргономический показатель. Оценка системы дифференцированным методом производят с помощью групповых показателей, определяемых по одному на каждый из разделов эргономики: антропометрический, гигиенический, физиологический, психофизиологический и психологический. Эти разделы, вместе взятые, и составляют эргономику как науку (рисунок 3).



Рисунок 3 – Разделы эргономики

Каждый из групповых показателей объединяет группу одиночных (рисунок 4).

Первый групповой показатель, антропометрический, отражает соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, подвижности частей тела и другим параметрам. Его единичные показатели обеспечивают рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку рукояток, максимальные и оптимальные рабочие зоны рук и ног и т. д.

Второй групповой показатель характеризует гигиенические условия жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с системой «человек – техника – среда». Он предполагает создание на рабочем

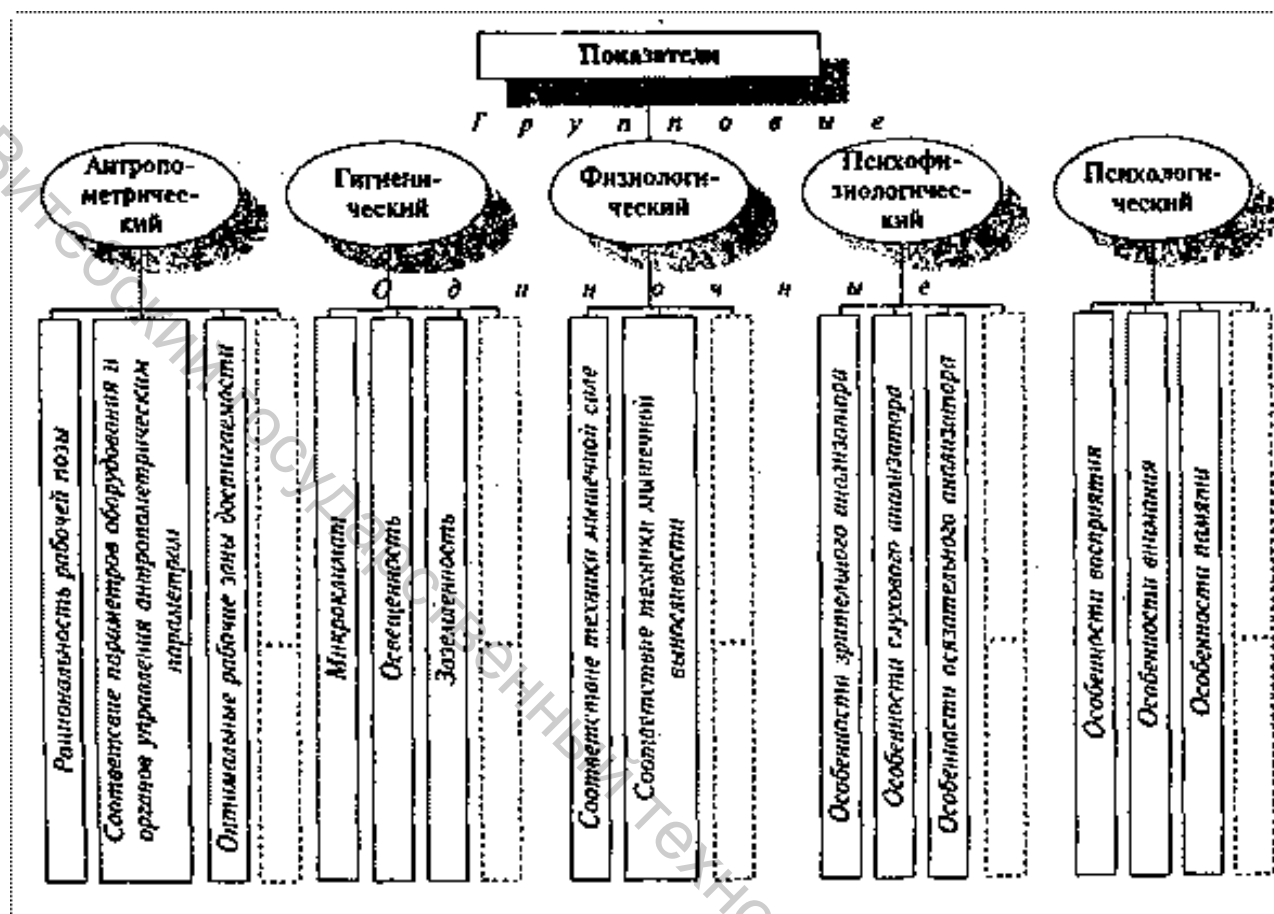


Рисунок 4 – Эргономические показатели

месте нормальных условий микроклимата и ограничения воздействия вредных факторов внешней среды. Групповой показатель составляют единичные показатели освещенности, вентилируемости, температуры, влажности, давления, заземленности, радиации, шума, вибрации, гравитационной перегрузки и ускорений, силы электромагнитных излучений.

Третий и четвертый групповые показатели, физиологический и психофизиологический, характеризуют те эргономические требования, которые определяют соответствие системы «человек – техника – среда» силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека.

Пятый групповой показатель, психологический, отражает соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики, закрепленным и вновь формируемым навыкам работающего человека, степени и характеру группового взаимодействия, опосредования межличностных отношений совместной деятельностью по управлению системой «чело-

век – техника – среда». Эти особенности выступают в качестве единичных показателей.

2.2 Связь эргономики с другими науками и областями ее использования

Общие дисциплины: экономика, социология, физиология, психология, педагогика, технические науки и т. д.

Специальные дисциплины: социология труда, физиология труда, гигиена труда, психология труда, техническая эстетика и т. д.

Области использования эргономики: дизайн, научная организация труда, управление качеством, охрана труда и т. д.

Ближайшей для эргономики отраслью психологии является *инженерная психология*, задачей которой является изучение и проектирование внешних средств и внутренних способов трудовой деятельности операторов. Эргономика не может абстрагироваться от проблем взаимосвязи личности с условиями, процессом и орудиями труда, которые являются предметом изучения *психологии труда*.

Эргономика также тесно связана с *физиологией труда*, которая является специальным разделом физиологии, посвященным изучению изменений функционального состояния организма человека под влиянием его рабочей деятельности и физиологическому обоснованию научной организации его трудового процесса, способствующей длительному поддержанию работоспособности человека на высоком уровне.

Эргономика использует данные *гигиены труда*, которая является разделом гигиены, изучающей влияние производственной среды и трудовой деятельности на организм человека и разрабатывающей санитарно-гигиенические мероприятия по созданию здоровых условий труда.

Эргономика по природе своей занимается профилактикой *охраны труда*, под которой подразумевается комплекс правовых, организационных, технических, экономических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности труда и сохранение здоровья работающих.

Одно из главных понятий – *анатомия человека*. *Дизайн* – это художественная адаптация предметов окружающей среды к человеку, чтобы ему (человеку) было удобно и приятно ими пользоваться. Например, вы проектируете стул! Как высоко от сидения изогнуть спинку, чтобы на нее было удобно опереться спиной. Для этого существует линия Акерблома (230 мм) – среднестатистическая величина того, где позвоночник человека имеет в сагиттальной плоскости в поясничном отделе изгиб вовнутрь. Значит на расстоянии 230 мм от сидения надо предусмотреть опору позвоночнику. Конечно, индивидуальная антропометрия у каждого человека своя. Но дизайн, прежде всего, массовое производство, где не учитываются значения ниже 5 и выше 95 перцентили. А свои

индивидуальные особенности могут позволить себе учитывать только очень богатые люди, заказывая для себя вещи.

Немаловажно также и соответствие материала форме. Конкретный, правильно выбранный материал дает почувствовать тектонику формы. Лаконичность формы ведет к цельности и положительному ее восприятию.

Связь и область применения эргономики имеет двусторонний характер.

Она не только испытывает на себе влияние связанных с ней дисциплин, но и сама уже оказывает на себе влияние в области теории, методологии и практики. Предпосылками возникновения и развития эргономики послужили проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией новой техники и технологии на современном этапе развития экономики и оказавшейся неразрешимыми средствами только технических и медицинских наук. Необходимо было согласовать рекомендации психологии, физиологии, гигиены труда, организации труда, дизайна и объединить их в общую систему требований к содержанию и характеру труда в системе «человек – техника – среда».

Первой проблемой является недостаточная эффективность системы, которая часто оказывается ниже расчетной, ожидаемой. Это связано со многими причинами, например, с несогласованностью параметров оборудования и возможностей человека работать в условиях дефицита времени и информации, мощного воздействия внешних факторов и др.

Второй проблемой является феномен роста травматизма людей, взаимодействующих с техническими системами на производстве, транспорте и быту. Анализ причин травматизма показывает, что он часто обусловлен ошибочными действиями людей, вызванными недостатками в конструкции техники, средств отображения информации, органов управления машин и механизмов.

Третья проблема связана с текучестью кадров.

Четвертая – связана с ростом числа нервно-психологических заболеваний, вызванных так называемым «индустриальным стрессом». Значительная часть этих заболеваний, обусловлена темпами и особенностями организации современного производства.

Совершенно очевидно, что при проектировании, внедрении и эксплуатации систем «Человек – техника – среда» должны учитываться реальные возможности человека, которому предстоит работать в системе.

2.3 Современное развитие эргономики

В настоящее время эргономика в России развивается по трем направлениям – техническая эстетика, инженерная психология и производственная эргономика. *Техническая эстетика* – это художественное конструирование оборудования и производственная эстетика.

Инженерная психология – изучает связи конструкций пультов управления важнейшими объектами, например, аэропортами, атомными станциями и т. д., с особенностями восприятия и переработки информации операторами.

В эргономике особенно выделяют разделы, которые обосновывают гигиенические, физиологические, психофизиологические требования к конструкциям производственного оборудования и составляют *производственную эргономику*. Ее задачей является осуществление принципа обязательности соответствия конструкции производственного оборудования предприятий анатомо-физиологическим и психологическим особенностям человека. Требования производственной эргономики вытекают из особенностей нормального функционирования органов чувств человека, например, физиологически основанные углы зрения, уровень интенсивности сигнала, объемы воспринимаемой и перерабатываемой производственной информации. Это означает, что конструкция оборудования должна соответствовать анатомо-физиологическим и психологическим особенностям строения и функционирования органов человека. Взаимоотношения человека и техники на всех этапах исторического развития настолько тесно связаны и обусловлены друг другом, что они вместе образуют единую систему, которая может быть обозначена как «*эргономическая система*». Данное понятие означает, что человек, применяя то или иное орудие, или обслуживая то или иное производственное оборудование, становится звеном системы. Неразрывность и единство этой системы обуславливаются тем, что без человека невозможны никакие виды орудий труда и производственного оборудования, что орудия труда возникли одновременно с человеком и развивались вместе с ним. Это *первая характерная черта* эргономической системы и эргономики в целом. *Вторая черта* – постоянно ускоряющееся развитие эргономической системы. *Третьей чертой* является обязательность соответствия особенностей конструкции производственного оборудования анатомо-физиологическим особенностям человека.

Состав эргономической системы за последние 30 лет претерпел некоторые изменения. В настоящее время большинство эргономистов считают, что система включает в себя 3 члена: «человек – техника – среда». При таком составе эргономической системы важно правильно представить классификацию связей внутри системы. Она необходима для понимания внутренней организации системы, определения ее уязвимых звеньев и прогнозирования ее поведения в различных усилиях эксплуатации.

Эргономическая карта. В зарубежных странах получила свое распространение «*эргономическая карта*», которая служит для систематизации и анализа различных факторов, влияющих на трудовую производительность, а также реакция организма работника на степень рабочей нагрузки. Карта содержит вопросы, которые имеют значение при анализе некоторых специфических видов работ. Все вопросы разделены на общие и частные. Перед началом исследований с применением эргономической контрольной карты опрашиваемый должен сделать общую оценку наиболее важных аспектов своей загрузки работой на данном рабочем месте.

При этом следует ответить на следующие вопросы:

1. Какое задание дано работнику, и какой объем информации ему необходим для выполнения этого задания?
2. Требуется ли выполнение этой работы значительного эмоционального напряжения, быстрой реакции или умения концентрировать внимание?
3. Требуется ли работа значительного физического напряжения?
4. Влияет ли окружающая обстановка на работника?
5. Как влияет на работника организация труда (темпы работы, перерывы)?
6. Желательна ли замена некоторых операций, выполняемых человеком, на машинные операции или наоборот?
7. Не слишком ли проста данная работа, не лишена ли она смысла, не является ли она неприятной или опасной в такой степени, что работник при ее выполнении чувствует ее бессмысленность, страх перед ней или даже отвращение к ней?

Таков смысл и содержание эргономической карты. Следует отметить, что аналогичная карта (с некоторыми изменениями) применяется на отечественных предприятиях под названием «карта организации рабочего места».

Тема 3. Система «человек – машина – среда»

Вопросы:

- 3.1 Система «человек – машина – среда» (СЧМС): состав и общая характеристика.
- 3.2 Классификация СЧМС.
- 3.3 Деятельность человека-оператора в СЧМС.
- 3.4 Функциональные характеристики человека и машины.
- 3.5 Основные критерии оценки работы СЧМС.
- 3.6 Перспективы изучения и дальнейшего развития СЧМС.

3.1 Система «человек – машина – среда»: состав и общая характеристика

Под системой в общей теории систем понимается комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, предназначенный для решения единой задачи.

Система «человек – машина – среда» (СЧМС) состоит из человека-оператора (группы операторов), машины (технических устройств, орудий труда), посредством которой оператор осуществляет трудовую деятельность, и среды (производственных внешних и социальных условий труда), в которой эта деятельность осуществляется.

Среда – внешние факторы, оказывающие влияние на работу оператора и машины. К ним относят: температуру, влажность, газовый состав воздуха, шум, вибрацию, а также социально-психологические факторы, указания руководителей работ, различные правила, инструкции.

Центральное для эргономического подхода понятие системы «человек – машина – среда» включает требование рассматривать человека, машину, факторы среды как сложное функционирующее целое, в котором ведущая (управляющая) роль принадлежит человеку.

В системе «человек – машина – среда» человек и машина действуют сообща с целью совершения определённой работы, но выполняют различные задачи, и важнейшим решением в части планирования работы является распределение выполняемых задач между этим двумя компонентами системы.

Представьте себе, что вы ведете по шоссе машину и скорость ее постоянна. Вы получаете информацию об окружающей обстановке с помощью «внешних дисплеев», например дорожного знака, предупреждающего о смене скоростного режима, или если движение в вашем ряду блокирует медленно едущий автомобиль. Вы получаете информацию от спидометра (он играет роль дисплея), в уме обрабатываете ее и решаете, что едете слишком быстро. Вы обрабатываете эту информацию и даете команду машине «сбросить газ». Контролируемым движением ноги вы уменьшаете давление на акселератор, вводя тем самым в действие компьютер, регулирующий подачу топлива в двигатель, и он уменьшает ее, в результате чего снижается и скорость движения автомобиля. О том, что скорость действительно уменьшилась и машина выполнила ваше распоряжение, вам «скажет» спидометр, взглянув на который, вы из его показаний убедитесь в том, что едете с низкой скоростью. При этом о снижении скорости вы сразу же узнаете по другим информационным каналам: скорости изменения внешней обстановки, увеличению дистанции от впереди движущейся машины, по изменению шума двигателя. Этот принцип универсален: именно так работают самые сложные современные системы «человек – машина – среда», и так осуществляется информационный контакт между человеком и машиной. В настоящее время на производственных предприятиях имеются весьма разнообразные по назначению и сложности машины.

Однако все они имеют ряд общих черт, поскольку, как правило, являются:

- 1) сложными динамическими системами, состоящими из взаимодействующих элементов различной природы и характеризующимися изменением во времени структуры и (или) взаимосвязей компонентов;
- 2) целеустремленными системами, то есть достигающими заданной цели путем изменения своего поведения в связи с изменением внешних условий, что определяется включением в систему человека;
- 3) адаптивными системами, способными приспосабливаться к изменяющимся условиям работы благодаря гибкости и пластичности поведения человека и адаптивности технических звеньев системы.

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 создаются СЧМ, в которых свойство адаптации реализуется

путем соответствующего технического обеспечения. Речь идёт о таких технических средствах, которые могут изменять свои параметры и условия деятельности в зависимости от текущего конкретного психофизиологического состояния человека и показателей эффективности его деятельности;

4) самоорганизующимися системами, способными снижать энтропию (неопределенность) после вывода системы из устойчивого, равновесного состояния под действием различного рода возмущений, что определяется целенаправленной деятельностью человека, способного планировать свои действия, принимать правильные решения и реализовывать их в соответствии с возникшими обстоятельствами. Способность к адаптации и самоорганизации обуславливает такое важное свойство системы «человек – машина – среда», как ее живучесть. Итак, все рассмотренные особенности СЧМС определяются наличием в их составе человека, его возможности правильно решать возникающие задачи в зависимости от конкретных условий и обстановки.

3.2 Классификация СЧМС

Системы «человек – машина – среда» могут быть классифицированы по различным признакам. Основу классификации СЧМС составляют пять групп признаков степеней:

- участия человека в работе системы,
- характеристики человеческого звена,
- тип машинного звена,
- тип структуры машинного звена
- тип взаимодействия компонентов системы.

По степени участия человека в работе система 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 принимают участие как человек, так и технические устройства. Целевое назначение системы оказывает определяющее влияние на многие ее характеристики и поэтому является исходным признаком.

По целевому назначению можно выделить следующие классы систем:

- управляющие (задачей человека является управление машиной – автомобилем, самолетом, прокатным станом);
- обслуживающие, к которым относятся контрольно-измерительные и ремонтные системы (задачей человека является контроль за состоянием техники, поиск неисправностей и их устранение);
- обучающие, например, тренажеры и имитаторы (обеспечивают выработку у человека определенных навыков);

– информационные-локационные и информационно-поисковые системы (обеспечивают поиск, накопление и получение необходимой человеку информации);

– исследовательские-информационно-экспертные системы, моделирующие стенды, измерительные приборы (используются при анализе различных явлений, при поиске новой информации).

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 или другую направленность. По характеристикам человеческого звена СЧМС делятся на моносистемы (в их состав входит один человек и одно или несколько технических устройств) и подсистемы (состоят из коллектива операторов, взаимодействующих с комплексом технических устройств).

Подсистемы 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 подсистем 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 характеристикам машинного звена можно выделить:

– инструментальные системы (в их состав в качестве технических устройств входят инструменты и приборы);

– простые системы (включают стационарные и нестационарные технические устройства и человека, использующего эти устройства. Их основной особенностью является сравнительная простота функций человека);

– сложные системы, например, энергетическая установка, вычислительный комплекс (включают, помимо человека, совокупность технологически связанных, но различных по функциональному назначению устройств и машин для получения единого продукта).

В системах, как правило, связанность технологического процесса обеспечивается локальными системами автоматического управления. В задачу чело-

века входит общий контроль за ходом технологического процесса, изменение режимов работы, оптимизация отдельных процессов, настройка, пуск и остановка.

Системотехнические комплексы (наиболее сложные СЧМС с коллективом операторов, участвующим в использовании этих систем, и не полностью определенными связями). Для систем такого типа характерно 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. По типу функциональных связей человека и машины СЧМС подразделяются на:

а) системы непрерывного взаимодействия, в которых человек ведет постоянный контроль и управление движущимся объектом или технологическим процессом (например, система «водитель – автомобиль»);

б) системы эпизодического взаимодействия, в которых контроль и управление осуществляются регулярно.

Системы эпизодического взаимодействия в свою очередь делятся на системы регулярного и стохастического взаимодействия. Примером системы регулярного взаимодействия может служить система «оператор – ЭВМ».

В ней ввод информации и получение результатов определяются характером решаемых задач, то есть режимы взаимодействия во времени регламентируются характером и объемом вычислений.

в) системы вероятностного взаимодействия (в них наблюдается эпизодическое взаимодействие, например, «оператор – система централизованного контроля», «наладчик – станок»).

3.3 Деятельность человека-оператора в СЧМС

Этапы деятельности человека-оператора в СЧМС. Деятельность человека как оператора в системе «человек – машина – среда» может иметь самый разнообразный характер и обобщенно может быть представлена в виде четырех основных этапов: прием информации, оценка и переработка информации, принятие решения, реализация принятого решения.

1. Прием информации. На этом этапе осуществляется восприятие поступающей информации об объектах управления и технических свойствах окружающей среды и СЧМС в целом, которые важны для решения задачи, поставленной перед СЧМС. При этом осуществляются такие действия, как обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшиф-

ровка и декодирование. На основе этого у оператора складывается предварительное представление о состоянии управляемого объекта, а информация приводится к виду, пригодному для оценки и принятия решения.

2. Оценка и переработка информации. На этом этапе проводится сопоставление заданных и реальных режимов работы СЧМС, осуществляются анализ и обобщение информации, выделяются критичные объекты и ситуации и на основании 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 этом этапе оператором могут выполняться такие действия, как запоминание информации, извлечение информации из памяти, ее декодирование.

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. Время принятия решения значительно зависит от энтропии множества решений. При этом возможны два варианта. Во-первых, если каждому состоянию управляемого объекта ставится в соответствие однозначное решение, во-вторых, – каждому состоянию объекта могут быть поставлены несколько решений, что обуславливает учет сложности выбора необходимого из множества возможных решений.

4. Реализация принятого решения. На этом этапе осуществляется исполнение принятого решения путем осуществления определенных действий или отдачи соответствующих распоряжений. Отдельными действиями здесь 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).

На каждом этапе оператор совершает самоконтроль собственных действий, который может быть инструментальным или неинструментальным.

В первом случае оператор проводит контроль своих действий с помощью специальных технических средств, например, средств отображения информации.

Во втором случае контроль ведется без применения технических средств и осуществляется путем визуального осмотра, повторения отдельных действий.

На качество и эффективность деятельности на каждом из рассмотренных этапов оказывает влияние целый ряд факторов. Так, например, качество приема информации зависит от вида и числа индикаторов, организации информационного поля, психофизических характеристик предъявляемой информации (размеров изображений, их светотехнических характеристик, цветового тона и цветового контраста). На оценку и переработку информации влияют факторы: способ ее кодирования, объем отображения, динамика смены, соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.

Эффективность принятия решения определяется следующими факторами:

- 1) типом решаемой задачи;
- 2) количеством и сложностью проверяемых логических условий;
- 3) сложностью алгоритма;
- 4) количеством возможных вариантов решения.

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

Первые два этапа в совокупности называют получением информации, последние два этапа – реализацией информации. Получение информации включает в себя как бы два уровня, поскольку текущая информация передается оператору через систему технических устройств. Оператор, как правило, не имеет возможности непосредственно наблюдать за объектом управления (часто эта возможность ограничена), а получает необходимую информацию со средств отображения в закодированном виде. Поэтому на первом уровне получения информации происходит восприятие оператором информационной модели, то есть восприятие физических явлений, выступающих в роли носителей информации (положение стрелки на шкале измерительного прибора, комбинация знаков на экране дисплея, мигание лампочки, звук и т. п.). На втором уровне осуществляется декодирование воспринятых сигналов и формирование на этой основе некоторой умственной картины управляемого процесса. Такую умственную картину принято называть концептуальной моделью. Она позволяет оператору соотнести в единое целое различные части управляемого процесса и затем на основе принятого решения составить программу (образ – цель), которая осуществляет эффективные управляющие действия, то есть правильно реализовать полученную информацию. Деятельность оператора имеет целый ряд специфических особенностей. Поэтому успешное ее выполнение предполагает определенный уровень развития психических процессов.

Основные особенности операторской деятельности. Современные системы управления производством, техникой, а также людьми можно условно разделить на два класса: организационные и технологические. В организационных системах человек, используя технические средства для подготовки и выработки решений, управляет коллективами людей, то есть занимается управленческой деятельностью.

В технологических же системах человек осуществляет операторскую деятельность. Операторская деятельность заключается во взаимодействии человека с объектами, явлениями внешнего мира и управлении ими через информационные системы и средства управления.

Основные особенности операторской деятельности определяются:

- 1) содержанием трудового процесса;
- 2) преобладанием какого-либо психического процесса;
- 3) временем обслуживания;

- 4) основными функциями, выполняемыми оператором;
- 5) удельным весом основных компонентов деятельности.

Особенности трудового процесса человека-оператора определяются типом СЧМС и способом переработки информации. Способ переработки информации может быть: *абдуктивным, дедуктивным, индуктивным*.

При **дедуктивном** способе переработка информации заключается в образовании выходного сигнала по известному входному сигналу и правилам его преобразования.

Абдуктивный способ имеет место в случае, когда по заданному следствию и известному решающему правилу необходимо найти причину, входное воздействие (например, деятельность операторов радиолокационных станций).

Индуктивный способ характерен для таких случаев, когда для ряда событий нужно найти решающие правила, определяющие эти события (деятельность авиадиспетчера).

В зависимости от преобладания того или иного психического процесса можно выделить следующие виды деятельности: сенсорно-перцептивный, моторный, интеллектуальный. Основное содержание сенсорно-перцептивного вида деятельности заключается в получении и первичной оценке информации (операторы наблюдатели, контролеры), моторного – в выполнении исполнительских действий (телеграфист, наборщик), интеллектуального – в принятии решения, логической обработке информации, производстве вычислений (диспетчеры, операторы ЭВМ). В зависимости от величины временного промежутка от получения оператором информации до выполнения им соответствующего управляющего действия различают: деятельность с немедленным обслуживанием и деятельность с отсроченным обслуживанием. В первом случае имеет место предъявление небольшого числа простых сигналов, что обеспечивает симультанное (одномоментное) восприятие информации. Причем имеется жесткая однозначная связь между сигналами и возможными ответными действиями. Поэтому оператор фактически сразу переходит от приема информации к действию, а этап логической обработки и принятия решения здесь предельно упрощен. При отсроченном обслуживании предъявленная информация имеет сложный характер. Процесс ее восприятия и оценки принимает развернутый во времени характер и называется информационным поиском. Обработка информации в этом случае начинается с некоторой задержкой. В зависимости от основных функций, выполняемых оператором, и удельного веса образного, понятийного и сенсомоторного компонентов различают несколько типов операторов:

– оператор-технолог – непосредственно включен в технологический процесс, работает в основном в режиме немедленного обслуживания и совершает преимущественно исполнительские действия по предписанным программам. Выполнение действий регламентируется обычно инструкциями, которые содержат, как правило, почти полный набор ситуаций и решений. К нему относятся операторы технологических процессов, автоматических линий, операторы по приему и переработке информации;

– оператор-манипулятор – осуществляет функции сенсомоторной регуляции деятельности с элементами понятийного и образного мышления. Для деятельности данного оператора 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);

– оператор-наблюдатель – основное содержание его деятельности связано с информационным поиском и контролем, использованием оперативных и эталонных образов ситуаций. Оператор-наблюдатель является классическим типом оператора. Важное значение для его деятельности имеют информационные и концептуальные модели, а также процессы принятия решений. Управляющие действия несколько упрощены. Оператор-наблюдатель может работать в режиме отсроченного обслуживания. Такой тип деятельности является массовым для систем, работающих в реальном масштабе времени (операторы радиолокационной станции, диспетчеры на различных видах транспорта);

– оператор-исследователь – применяет аппарат понятийного мышления и опыт, заложенные в концептуальных моделях, а также в процессах преобразования информации. Органы управления играют для него еще меньшую роль, а «вес» и значение информационных моделей, наоборот, существенно увеличиваются. К таким операторам относятся пользователи вычислительных систем, дешифровщики различных объектов (образов);

– оператор-руководитель – осуществляет как непосредственное управления людьми, так и опосредованное (через технические средства и каналы связи); наибольшую роль в обеспечении его деятельности играет функция оперативного мышления. Для оператора-руководителя механизмы интеллектуальной деятельности играют главенствующую роль. К таким операторам относятся организаторы, руководители различных уровней, лица, принимающие ответственные решения в человеко-машинных комплексах, обладающие сильной интуицией, знанием и опытом. Общие психологические качества операторов и степень их проявления могут быть дифференцированы в зависимости от вида их деятельности.

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.

Требования к оператору-манипулятору будут иные: высокая чувствительность и помехоустойчивость при восприятии различных видов информации, способность к устойчивой моторной работе в максимальном темпе, высо-

кая мышечно-суставная чувствительность. Аналогичные требования могут быть предъявлены операторам других типов. Все их нужно учитывать при проектировании деятельности и профессиональном отборе операторов.

Эффективность операторской деятельности в СЧМС. Эффективность операторской деятельности определяется влиянием двух факторов: *индивидуальным* (субъектным) и *групповым* (объективным).

Индивидуальный (личный, субъективный) фактор – это совокупность особенностей конкретного человека (субъекта), которые оказывают влияние на уровень эффективности и надежности его трудовой деятельности. Влияние «индивидуального фактора» на эффективность и надежность наблюдается только в конкретных условиях взаимодействия оператора с объектом управления или другими специалистами при наличии, развитии, проявлении индивидуальных особенностей, неблагоприятных для операторской деятельности. Причиной нарушения эффективности деятельности может быть проявление либо конкретной индивидуальной характеристики, либо определенной их совокупности.

К индивидуальным факторам относятся: нравственные, профессиональные качества; психологические, физиологические и физические особенности человека.

Групповым фактором называется совокупность особенностей и возможностей человека, присущих всем операторам конкретного класса СЧМ и определяющих эргономические свойства системы. Групповой фактор образуют: средства деятельности (средства отображения информации, органы управления), содержание деятельности и условия деятельности, а также то, что характеризует субъект деятельности (профотбор, контроль за состоянием человека).

Итак, эргономические свойства СЧМ и ее компоненты не сводятся к отдельным характеристикам человека, машины, среды. Они проявляются во время взаимодействия человека и технической системы при решении задач управления и отражают степень реализации в конкретной операторской деятельности (в ее средствах, содержании, условиях, организации и субъекте) требований к профессионально важным для операторской деятельности качествам человека (психологическим, физиологическим), которые и определяют эффективность и надежность этой деятельности.

3.4 Функциональные характеристики человека и машины

В системе «человек – машина – среда» человек является ведущим звеном системы управления. Поэтому одной из главных характеристик СЧМС являются особенности взаимодействия человека с ее техническими компонентами.

Разнообразные управляющие функции системы в одних случаях наиболее успешно может реализовывать человек, в других – техническое устройство.

Сравнительные характеристики функциональных особенностей этих двух компонентов СЧМС – человека и машины – представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональные характеристики человека и машины

Индивидуальные (субъективные) факторы	Групповые (объективные) факторы
1 Морально-волевые качества: нравственная зрелость; целеустремленность; ответственность; дисциплинированность	1 Средства деятельности: 1.1 Средства отображения информации: кодирование информации; светотехнические характеристики; компоновка приборов. 1.2 Органы управления конструкция; расположение; усилия (нагрузка)
2 Профессиональные качества: уровень знаний, навыков, умений; профессиональная пригодность; профессиональный опыт и др.	2 Содержание деятельности: информационная нагрузка; способы выполнения задач; распределение функций в СЧМС
3 Психологические особенности: развитие способностей и психологическо-волевые качества; профессиональная мотивация; особенности личности; психические состояния	3 Условия деятельности: физико-химические факторы среды; конструкция рабочего места; социально-психологическая среда
4 Физиологические особенности: чувствительность анализаторов; состояние здоровья; функциональное состояние; биоритмы	4 Организация деятельности: режим труда и отдыха; рабочая нагрузка; программы подготовки
5 Физические особенности: развитие силы; скоростные параметры; выносливость; антропометрические характеристики	5 Субъект деятельности: профессиональный отбор (медицинский) и психологический; объективный контроль за состоянием человека

Таблица 2 – Эффективность операторской деятельности в СЧМ

Характеристики	Человек	Машина
Способность интегрировать разнородные элементы в единую систему	выраженная	ограниченная
Способность к предвидению событий	высокая	ограниченная
Способность к решению нечетко сформулированных задач	высокая	ограниченная
Способность к распознаванию внешних ситуаций	высокая	ограниченная
Способность ориентироваться во времени и пространстве	выраженная	ограниченная
Диапазон способов переработки информации	широкий	ограниченный
Способность формирования образов внешнего мира	выраженная	отсутствует
Способность генерировать идеи	имеется	отсутствует
Окончание таблицы 2		
Продолжительность непрерывной работы	незначительная	большая
Точность и скорость вычислений	незначительная	большая
Объем оперативной памяти	ограниченный	значительная
Способность к обобщению	высокая	ограниченная
Способность к обучению	хорошая	плохая
Выполнение силовой операции	низкое	высокая

Из таблицы видно, что человек по его возможностям превосходит машину:

- а) в творческих компонентах деятельности;
- б) в задачах с неопределенным содержанием и возможным исходом;

- в) в адаптации к изменяющимся условиям труда;
- г) в способах переработки информации;
- д) в способности обобщения разнородных данных;
- е) способности предвидения событий.

Машина имеет неоспоримые преимущества перед человеком:

- в быстродействии и точности выполнения математических расчетов;
- во времени непрерывной работы;
- в выполнении силовой операции;
- в хранении в памяти большого объема информации;
- в оперативности ее воспроизведения;
- в скорости выполнения операций по заданному алгоритму.

При сравнении машины и человека следует также учитывать способность человека объединять отдельные сигналы в целостную структуру, что позволяет находить наиболее экономичные способы их приема и переработки. В СЧМС человек и машина действуют сообща для выполнения определенной работы.

Они действуют сообща, но решают различные задачи, и важнейшим решением в части организации деятельности человека является распределение задач между этими двумя компонентами системы. В частности, возможно в идеальной системе перед оператором ставить задачи, которые человек выполняет лучше, а перед машиной – задачи, которые лучше выполняют машины. Знание функциональных возможностей человека и машины, их преимуществ и недостатков необходимо при проектировании СЧМС и, в частности, при решении задач распределения между человеком и машиной функций по управлению системой, решению проблем автоматизации техники.

В процессе автоматизации роль человека-оператора существенно изменяется. Человек постепенно переходит от выполнения функций по ручному управлению и активного, самостоятельного решения проблем к диспетчерским функциям, пассивному наблюдению и контролю функционирования систем (supervisory control).

В современных СЧМС деятельность человека как оператора, диспетчера в большей степени приобретает когнитивный характер. В ней можно выделить следующие основные задачи:

- сбор данных и информации о функционировании систем;
- осмысление и интерпретацию информации, поступающей оператору;
- оперативный контроль работы автоматики;
- анализ функционирования систем и управление ими в нормальных условиях;
- вмешательство в процесс функционирования систем в нестандартных ситуациях;
- управление в нештатных, нерасчетных ситуациях функционирования систем;

– планирование процесса функционирования систем, в том числе ввод их в действие или остановку.

Прерогатива решения этих задач остается, безусловно, за человеком-оператором.

3.5 Свойства системы «человек – машина – среда»

Любая СЧМС должна обладать заданными свойствами, которые закладываются в нее при проектировании и реализуются в процессе эксплуатации. Под свойствами СЧМС понимаются ее объективные особенности, проявляющиеся в процессе эксплуатации. Количественная характеристика конкретного свойства системы, рассматриваемого относительно определенных условий ее создания или эксплуатации, называются показателями качества СЧМ. Не рассматривая подробно все показатели, остановимся лишь на тех из них, которые влияют на деятельность человека в СЧМ или зависят от результатов его деятельности. К таким показателям относятся: быстродействие, надежность, точность работы, своевременность решения поставленных задач, безопасность труда, степень автоматизации, экономичность, эргономичность, информационная способность, эффективность системы.

1. Быстродействие. Быстродействие – время прохождения информации по замкнутому контуру «человек – машина – среда».

2. Надежность системы – это ее способность безошибочно выполнять заданные функции в заданном интервале времени при определенных условиях работы. Надежность – вероятностный показатель. Она оценивается вероятностью правильного решения задачи, которая, по статистическим данным, определяется отношением соответственно числом ошибочно решенных и общим числом решаемых задач.

3. Точность работы. Важной характеристикой деятельности оператора является также точность его работы. Под точностью работы оператора следует понимать степень отклонения некоторого параметра, измеряемого, устанавливаемого или регулируемого оператором, от его истинного, заданного или номинального значения. Количественно точность работы оператора оценивается величиной погрешности, с которой оператор измеряет, устанавливает или регулирует данный параметр.

Величина погрешности может иметь как положительный, так и отрицательный знак. Понятия ошибки и погрешности не тождественны между собой, поскольку не всякая погрешность является ошибкой. До тех пор, пока величина погрешности не выходит за допустимые пределы, она не является ошибкой. Только если величина погрешности выходит за границы допустимых пределов, ее следует считать ошибкой и учитывать также при оценке надежности.

Понятие погрешности наиболее важно для тех случаев, когда измеряемый или регулируемый оператором параметр представляет собой непрерывную величину.

Так, можно говорить о точности определения координат самолета оператором радиолокационной станции, о точности вождения трактора механизатором при посеве. В работе оператора следует различать случайную и систематическую погрешности. Случайная погрешность оператора оценивается величиной среднеквадратической погрешности, систематическая погрешность – величиной математического ожидания отдельных погрешностей.

4. Своевременность. Своевременность решения задачи СЧМ оценивается вероятностью того, что поставленная перед СЧМ задача будет решена за время, не превышающее допустимое.

5. Безопасность труда. Безопасность труда человека в СЧМС оценивается вероятностью безопасной работы. 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 (рисунок 5). Как показывает практика эксплуатации СЧМС, большинство аварийных ситуаций обусловлено человеческим, а не техническим фактором.

6. Степень автоматизации. Степень автоматизации СЧМ характеризует относительное количество информации, перерабатываемой автоматическими устройствами. Для каждой СЧМС существует некоторая оптимальная степень автоматизации, при которой эффективность СЧМС становится максимальной.

Оптимальная степень автоматизации устанавливается в процессе решения задач, распределения функций между человеком и машиной.

7. Экономический показатель характеризует полные затраты на систему ЧМС. В общем случае эти затраты складываются из трех составляющих:

- 1) затрат на проектирование системы;
- 2) затрат на изготовление системы;
- 3) затрат на подготовку операторов;
- 4) эксплуатационные расходы.

8. Эргономический показатель. Большое значение при проектировании, анализе и оценке СЧМС имеют эргономические показатели. Они учитывают совокупность специфических свойств системы «человек – машина – среда», обеспечивающих возможность осуществления в ней деятельности человека (группы людей).

Эргономические показатели представляют собой иерархическую структуру, включающую целостную эргономическую характеристику – эргономичность СЧМС.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ



Рисунок 5 – Характеристика правила безопасности при работе на компьютере

9. Информационная пропускная способность. Одной из важных функций человека-оператора является прием и переработка информации. Однако для надежной работы оператора в СЧМС количество ее должно было оптимальным, соответствующим возможностям человека, его пропускной способности. При большом потоке информации наблюдается ее пропуск, селекция, иногда отказ от работы. Если же на вход информации поступает меньше, чем может переработать человек, то наступает сонливое состояние, подобное утомлению и приводящее к пропуску сигналов. Информационная пропускная способность – это количество информации, которое может человек переработать в единицу времени. В регулировании количества перерабатываемой информации важная роль принадлежит мотивационному фактору. При временном отсутствии информации у человека наблюдаются обратимые функциональные расстройства, длительное ее отсутствие приводит к патологическим изменениям.

10. Эффективность СЧМС. Под эффективностью СЧМС понимается степень приспособленности системы к выполнению возложенных на нее функций. Определение эффективности производится следующим образом:

- для получения полной интегральной оценки следует учитывать всю совокупность частных показателей качества СЧМС;
- 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 виду относительно некоторого эталона.

При этом следует иметь в виду, что по влиянию на эффективность все частные показатели могут быть: повышающими (надежность, безопасность, своевременность) и понижающими (затраты, время решения задачи). При определенных условиях величина ЭСЧМ может принимать численные значения в пределах от 0 до 1 и представлять собой своеобразный коэффициент полезного действия СЧМС.

3.6 Перспективы изучения и дальнейшего развития СЧМС

Решение проблем деятельности человека и функционирования техники во многом определяется методологическими подходами к анализу их взаимодействия. Эти подходы касаются понимания роли и места человека в системах управления и распределения функций между человеком и машиной с целью достижения максимальной эффективности СЧМС. Так, технологические концепции берут за основу все возрастающую автоматизацию производства, полагая, что человек лишь придаток, вспомогательное звено в СЧМС. Ведущая роль в обеспечении эффективности СЧМС принадлежала технике. Во время «кибернетического» бума, когда речь шла о стопроцентной автоматизации производства, наличие человека в системе управления считалось «недоразумением», от которого следовало избавиться в ближайшее время. Многие высказывались

весьма пессимистично о возможностях и способностях человека. По сравнению с быстродействующими вычислительными машинами человек и «медленно» думает, и «плохо», и «мало» запоминает и «не умеет» считать, часто ошибается и быстро устает. Сетовали на то, что у человека слишком мало рук и ног, всего одна голова. Не всем и не сразу стало ясно, что попытки полной автоматизации не только преждевременны, но и не реальны.

Стремясь к ней, забыли о человеке. Если все же удавалось в конце концов включить его в систему управления, не «желающую» работать без человека, то условия его труда оказывались очень нелегкими, поскольку приходилось свои возможности соизмерять, подстраивать под возможности техники. Если же человек не включался в систему, то задерживалось создание полезных и нужных систем управления. По мере накопления подобных неудач инженеры стали обнаруживать, что человек как звено управляющей системы не так уж плох.

Выяснилось, что он хорошо учитывает вероятность событий, и может предсказать их развитие, что он думает предметно, то есть совмещает логические операции с реальностью и поэтому сравнительно редко принимает нелепые решения. Выяснилось, что именно человек обеспечивает адаптивность (приспособленность) поведения системы при изменении условий ее функционирования и тем самым поддерживает жизнеспособность, надежность и эффективность системы. Выяснилось также, что надежность и эффективность работы человека во многом определяется тем, насколько удачно и полно в структуре и конструкциях системы инженерами учтены и реализованы конкретные условия, требования, вытекающие из психологической сущности трудовой деятельности человека (рисунок 4). Поэтому в противовес лозунгу «исключить человека из системы» появился и занял достойное место лозунг «обеспечить симбиоз человека и машины», апологетами которого стали представители антропосоциологических концепций.



Рисунок 6 – Симбиоз человека и машины

Основные положения этих концепций сводятся к следующему:

- 1) человек-оператор должен играть ведущую роль в управлении;
- 2) человек обязан быть наблюдателем и контролером в автоматизированной системе;
- 3) система и ее отдельные компоненты, в частности автоматика, должны адаптироваться к когнитивным возможностям человека и его умственной нагрузке.

Данные положения нашли обоснование и подтверждение в сравнительной характеристике человека и машины при выполнении ими основных функций на разных этапах деятельности. Так, при приеме информации преимущество остается за человеком в плане выбора способов приема, так как его возможности не связаны с одним типом сигнала, как это сделано в машине. Человек-оператор извлекает пользу из избыточной информации, машине же она не нужна. По объему принимаемой информации преимущество остается за машиной, поэтому она может принять и переработать информацию в сотни и тысячи раз больше, чем человек. По переработке информации возможности человека более широки и гибки, чем возможности машины. Это относится к преобразованию информации, переводу ее из одной формы в другую, где человек использует не один, а несколько способов. Человек может восстановить целостность информации на основе своих аналитико-синтетических возможностей. По точности и скорости переработки информации преимущество будет за машиной. На этапе исполнительных действий человек может выполнять самые разнообразные функции и легко менять программы в случаях нарушения выдачи информации, чего не может делать машина. Однако быстроедействие человека значительно уступает быстрдействию машины. На этапе принятия решения человек значительно превосходит машину в части гибкости, учета значительного количества факторов, обуславливающих решение, однако уступает машине в точности их учета. Эти данные позволили осуществить рациональное распределение функций между человеком и машиной. Дальнейшее повышение эффективности использования СЧМС обусловлено учетом ряда особенностей, вносимых в нее свойствами, присущими человеческой деятельности.

К ним относятся:

1. Универсализм, заключающийся в возможности выполнения не одной задачи, для которой предназначена техническая система, а нескольких, используя те или иные свойства системы.
2. Адаптивность, состоящая в значительно большем диапазоне приспособляемости систем к изменяющимся условиям ее функционирования путем изменения алгоритмов работы системы и изменения характеристик системы по отношению к входным сигналам.
3. Помехоустойчивость обеспечивается использованием дублирующих каналов восприятия, обладающих разными механизмами помехоустойчивости и помехозащищенности (зрение, слух).
4. Резервирование заключается в возможности компенсации непредусмотренных отказов, действия при которых заранее не известны.

5. Изменчивость состояния человека, обуславливающая как положительные (широкое приспособление к тепловым, интенсивным и экстенсивным требованиям), так отрицательные (болезнь, утомление) стороны СЧМС.

Дальнейшее совершенствование технических систем связано с автоматизацией, которая наряду с возможностью передачи ряда функций человека машине может иметь и отрицательные последствия, как то: дегуманизацию, низкую активность операторов, сверхдоверие, ложные тревоги. Можно говорить о продолжающемся влиянии технократических тенденций в проектировании и существовании противоречий между теоретическими позициями разработчиков техники и специалистов по человеческому фактору. Это свидетельствует о необходимости дальнейших комплексных исследований в области психологии труда и эргономики вопросов автоматизации технических устройств и производства в целом и возникших на этой основе проблем, связанных с распределением функций между человеком и машиной, повышением эффективности СЧМС на основе ее автоматизации.

Тема 4. Взаимная адаптация человека и техники

Вопросы:

- 4.1 Взаимодействие человека и орудий труда.
- 4.2 Антропометрические и физиологические требования к орудиям труда и рабочему месту.
- 4.3 Эргономические требования к рабочему месту.
- 4.4 Эргономические параметры рабочего места.
- 4.5 Основные эргономические требования при проектировании рабочих мест.
- 4.6 Перцентиль.

4.1 Взаимодействие человека и орудий труда

В общем случае взаимодействие человека и орудий труда в процессе труда выражается содержанием труда и представляет собой состав трудовых функций – совокупность выполняемых человеком действий. В зависимости от роли человека в производственном процессе, различают следующие его функции:

- энергетическую, когда работник приводит в действие орудия труда;
- технологическую, когда работник соединяет предмет и орудие труда, непосредственно изменяя параметры предмета труда;
- контрольно-регулирующую, связанную с наблюдением и контролем за движением и изменением предмета труда, с наладкой и регулированием орудий труда и контролем за их функционированием;

– управленческую, связанную с подготовкой производства и реализацией производственного процесса.

Научно-технический прогресс приводит к тому, что человек постепенно освобождается от энергетических и технологических функций. Его основными функциями становятся контрольно-регулирующие и управленческие. Человек устраняется от непосредственного участия в технологическом процессе и выполняет подготовительные и контрольные операции. Орудие труда служит средством расширения возможностей человека, развития творческой инициативы.

Эффективность функционирования системы «человек – машина – среда» определяется эргономическими требованиями к орудиям труда, которые устанавливают соответствие свойств и характеристик орудий труда в отдельности и в комплексе со средствами технологической и, в необходимых случаях, организационной оснастки свойствам человека, проявляющимся в процессе трудовой деятельности. Эргономические требования к орудиям труда устанавливаются к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, регулирования, транспортирования и хранения. Эргономические требования к орудиям труда должны устанавливать их соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека, а также санитарно-гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда.

Непроизводственная сфера деятельности – это взаимосвязанный комплекс факторов и элементов среды, окружающих человека в процессе труда и оказывающих влияние на его здоровье, величину энергетических затрат в целом и на выполнение конкретных действий, работоспособности и производительности, самочувствие и эмоциональное состояние.

В соответствии с классификацией НИИ труда все элементы производственной обстановки подразделяются на три группы:

– **санитарно-гигиенические**, определяемые эргономическими требованиями к орудиям труда в комплексе, включая природно-климатические условия внешней среды, особенно в строительстве, сельском и лесном хозяйстве, добывающих отраслях;

– **эстетические**, формирующие у человека отношение к трудовой деятельности на основе культуры производства, внешнего строения, выразительности и целостности композиции изделий, орудий труда и интерьеров и создающие для человека функциональный, психологический и бытовой комфорт;

– **социально-психологические**, определяемые социально-психологическим климатом в коллективе, дисциплиной труда, формой управления и объемом информации о результатах трудовой деятельности.

Соблюдение эргономических требований к орудиям труда и создание благоприятной производственной обстановки непосредственно ведет к более

эффективному использованию рабочего времени, росту производительности труда.

4.2 Антропометрические и физиологические требования к орудиям труда и рабочему месту

Соответствие конструкции оборудования организации рабочего места антропометрическим и физиологическим данным человека способствует рациональному взаимодействию между человеком и орудием труда и приводит к повышению работоспособности и эффективности трудовой деятельности.

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ, в положении сидя, стоя или сидя и стоя. Рабочая поза определяется условиями трудового процесса и конструкцией оборудования с учетом физиологической тяжести работ, размеров рабочей зоны и необходимости передвижения в процессе выполнения работ. Так, медленные и точные движения, требующие статических усилий мышц, целесообразно выполнять в положении сидя, а быстрые, со значительными траекториями – в положении стоя.

Конструкция оборудования и рабочего места, их размеры и взаимное расположение элементов (пультов, органов управления, кресла) должны учитывать требуемую точность и скорость движений при осуществлении управления, частоту использования органов управления, допустимые динамические и статические нагрузки, антропометрические характеристики двигательного аппарата человека, возможность различения органов управления.

Трудовые движения в порядке возрастания их сложности, напряженности, возможной утомляемости подразделяются на пять групп:

- движения пальцев;
- движения пальцев и запястья;
- движения пальцев, запястья и предплечья;
- движения пальцев, запястья, предплечья и плеча;
- движения пальцев, запястья, предплечья, плеча и корпуса.

При конструировании оборудования и трудовых процессов, выборе органов управления и их размещении в рабочей зоне следует стремиться к ограничению трудовых движений первыми тремя группами и учитывать физиологические особенности двигательного аппарата человека:

- скорость движения рук больше при движении в направлении «к себе», меньше – при движении «от себя»;
- скорость движения правой руки больше при движении слева направо, левой руки – справа налево;
- линейная скорость вращательных движений рук больше скорости поступательных движений;
- скорость плавных криволинейных движений рук больше скорости прямолинейных движений рук с резким изменением направления;

- точность движения рук больше при работе в положении сидя, меньше – при работе в положении стоя;
- точность движений рук больше при небольших (до 10 Н) нагрузках;
- точность движений, совершаемых пальцами рук, больше точности движений кистью;
- наибольшая точность движений, совершаемых пальцами рук, достигается в горизонтальной плоскости при положении рук, согнутых в локтевом суставе на 50...60° и плечевом суставе – на 30...40°;
- усилие мышечных групп мужчин: большого пальца руки 119; запястья – 234...279; предплечья – 279; плеча – 386; корпуса – 1 231 Н;
- максимальное усилие, развиваемое правой (рабочей) рукой, на 10..15 % больше максимального усилия, развиваемого левой рукой;
- усилия давления и тяги, развиваемые руками при движении их перед корпусом, больше, чем при движении рук стороны;
- максимальное усилие, развиваемое стопой ноги в положении сидя, достигается, если угол между голенью и бедром составляет 95.. 120°;
- максимальное усилие при движении ноги достигается в положении сидя при наличии упора для спины;
- скорость и частота движений, совершаемых стопой ноги, больше в положении сидя, чем в положении стоя.

Усилия, необходимые для осуществления управляющих действий устанавливаются с учетом способа перемещения органа управления (пальцами, кистью с предплечьем, всей рукой, стопой и так далее), частоты использования и в некоторых случаях с учетом продолжительности непрерывного воздействия на органы управления, скорости выполнения управляющего действия и положения человека в процессе управления.

Основой рабочего места являются пульта и панели, на которых размещены органы управления (кнопки и клавиши, тумблеры, поворотные ручки, маховики, вращающиеся переключатели, ножные педали) и средства отображения информации. Они должны обеспечивать удобное и достаточное по размерам рабочее пространство для операторов, свободный подход их к месту, место для ведения записей, просмотра и хранения текущей информации (при необходимости).

Наиболее часто применяются три формы пультов:

- *фронтальная*, при возможности размещения всех органов управления в пределах зон максимальной и допустимой досягаемости, а средств отображения информации — в пределах зоны центрального и периферического зрения;
- *трапецевидная*, в этом случае при большом числе органов управления, часть из них частично располагают на боковых панелях, развернутых относительно фронтальной плоскости под углом 90...120°;
- *многогранная или полукруглая*, применяется при значительном числе органов управления и средств отображения информации. Боковые панели располагают таким образом, чтобы они были перпендикулярны линии взора опе-

ратора. Минимальный размер полукруглого пульта для одного оператора должен быть 1 200 мм.

Кнопочные и клавишные переключатели применяют для осуществления операций быстрого включения и выключения аппаратуры, выбора нужного параметра, набора и ввода логической и количественной информации и команд управления. Кнопочный переключатель срабатывает от осевого перемещения привода в виде кнопки, а клавишный переключатель – от перемещения (вращения) клавиши вокруг смещенной оси. Расположение кнопочных и клавишных переключателей по высоте должно находиться на уровне локтя сидящего человека при горизонтальном расположении предплечья и согнутой под углом 90° в локтевом суставе руки. Рациональный угол наклона панели клавиатуры равен 15° . Располагают кнопки и клавиши в ряд горизонтально с расстоянием между кромками кнопок не менее 5 мм, а в особых случаях и вертикально с использованием функционально-цветового кодирования.

Для сокращения времени ввода управляющих воздействий кнопочные и клавишные переключатели выполняются с обратной связью. Это свойство выключателя, заключающееся в том, что в момент приведения в действие его подвижная система оказывает упругое сопротивление пальцу или кисти руки человека, а после завершения действия сигнализирует о вводе информации механически (тактильному анализатору) резким падением упругого сопротивления, акустически (слуховому анализатору) – «щелчком» или визуально (зрительному анализатору) – световым сигналом. Для уменьшения информационной загрузки зрительного анализатора оператора целесообразно организовывать обратную связь механическими или акустическими способами.

Тумблеры применяются в качестве выключателей и переключателей для реализации функций, требующих двух или трех дискретных положений. На панелях тумблеры располагают горизонтальными рядами. Плоскость перемещения приводного элемента тумблера должна совпадать с плоскостью зрения. Расстояние между приводными элементами соседних тумблеров должно быть не менее 20, а при одновременном действии несколькими пальцами – 16 мм.

Рычаги управления предназначены для точного регулирования, включения-выключения оборудования путем непосредственного перемещения регулируемого органа станка без применения промежуточных усилительных устройств. Перемещение может осуществляться в зависимости от усилий, с разной частотой, одной или двумя руками.

Выключатели и переключатели поворотные предназначены для плавной или ступенчатой регулировки или переключения, когда необходимо получить более трех положений. Расстояние между поворотными ручками должно быть не менее 25 мм, при рациональном угле поворота до 80° . В граничных положениях выключатели должны иметь стопорные фиксаторы. При прохождении нулевого положения целесообразно предусмотреть обратную связь путем увеличения усилия вращения не более чем на 10 % от основного. Для опозна-

ния ручек тактильным анализатором (прикосновением) их формы должны различаться между собой.

Маховики и штурвалы применяются для медленного вращения и точного поворота или перемещения части орудия труда (суппорта, инструмента) при значительных усилиях на оси (более 100 Н). Центр маховика располагается на высоте 230 мм от поверхности сидения или высоте 900...1050 мм от пола при работе в положении стоя. Для получения информации о перемещении маховиков и штурвалов они снабжаются указателем или счетчиком числа оборотов.

Ножные педали используют при больших усилиях и небольшой точности ввода управляющих воздействий, а также для сокращения времени управления и уменьшения нагрузки на руки.

Ширина педали должна быть не менее 60 мм и иметь рифленую поверхность, а в некоторых случаях и закраину для предотвращения соскальзывания ноги.

Положение и направление перемещения органов управления при реализации управляющих воздействий типа: пуск, включено, увеличение, плюс, подъем, открывание, вперед, вправо и вверх, должно быть следующим:

- кнопочные и клавишные переключатели – нажатое положение;
- тумблеры и рычаги управления – перемещение вниз вверх, слева направо, от себя;
- поворотные переключатели и выключатели, маховики штурвалы – перемещение по часовой стрелке;
- ножные педали – нажатое состояние.

Положение и направление перемещения органов управления при реализации управляющих воздействий типа: стой, отключено, выключено, уменьшено, минус, спуск, закрывание, назад, влево, вниз должно быть следующим:

- кнопочные и клавишные переключатели – отпущенное положение;
- тумблеры и рычаги управления – перемещение сверху вниз, справа налево, на себя;
- поворотные переключатели и выключатели, маховики и штурвалы – перемещение против часовой стрелки;
- ножные педали – отжатое положение.

4.3 Эргономические требования к рабочему месту

В системе «человек – техника – среда» рабочее место является одним из центральных направлений исследования и проектирования при организации трудовой деятельности человека.

Рабочее место представляет собой наименьшую целостную единицу производства, где взаимодействуют три основных элемента труда – предмет, средства и субъект труда. Определяют рабочее место и как систему функционально и пространственно-организованных средств труда, обеспечивающие ра-

ботающему условия для успешного и безопасного протекания трудовой деятельности (рисунок 7).



Рисунок 7 – Элементы эргономики рабочего места

Эргономический анализ, оценка и проектирование рабочего места предполагают вначале изучение его организации и оснащённости. *Организация рабочего места* – это результат проведения системы мероприятий по функционированию и пространственному размещению основных и вспомогательных средств труда для обеспечения оптимальных условий трудового процесса. Оснащение рабочего места включает все элементы, необходимые для решения работающим поставленных перед ним производственных задач. К ним относятся основные и вспомогательные средства труда и техническая документация.

Основные средства труда – это основное оборудование, с помощью которого человек выполняет трудовые операции (станки, станды, промышленные роботы и т. д.).

Вспомогательные средства труда делятся по назначению на технологическую и организационную оснастку. *Технологическая оснастка* обеспечивает эффективную эксплуатацию основного производственного оборудования на рабочих местах (средства заточки, ремонта, наладки, контроля и т. д.). *Организационная оснастка* обеспечивает эффективную организацию труда человека путем создания удобств и безопасности в эксплуатации и обслуживании основного производственного оборудования. В состав организационной оснастки входит: рабочая мебель (верстаки, инструментальные тумбочки, сиденья и т. д.); устройства и приспособления для транспортировки и хранения предметов труда (лифты, поддоны и т. д.); средства сигнализации, связи, освещения, тара, предметы для уборки рабочего места и т. д.

Перечень элементов технологической и организационной оснастки должен быть указан для каждого рабочего места в технической документации к основному производственному оборудованию.

Пространственная организация рабочего места – это размещение в определенном порядке элементов основного и вспомогательного производственного оборудования относительно работающего человека в заданных пространственных границах.

Для удобства эргономического анализа и проектирования рабочие места классифицируют в зависимости от характера выполняемых на них трудовых операций и по ряду других признаков.

По особенностям трудовой деятельности человека различают следующие группы рабочих мест: по отношению в создании продукта – основные, вспомогательные и обслуживающие; по категориям работающих в системе организации производства – рабочие места рабочих, служащих, специалистов и руководителей; по взаимоотношениям в трудовом процессе – индивидуальные и коллективные; по характеру размещения и степени изоляции – изолированные и неизолированные; по степени ограждения – огражденные и не огражденные; по характеру к внешней среде и т. д.

В зависимости от характеристик средств труда рабочие места различают по уровню механизации по степени специализации средств труда.

Специфика взаимодействия человека со средствами труда позволяет различать группы рабочих мест по количеству обслуживаемого оборудования и по степени подвижности рабочего места относительно средств труда.

Пространственная организация рабочего места должна обеспечивать:

- соответствие планировки рабочего места санитарным и противопожарным нормам и требованиям;
- безопасность работающим;
- соответствие пространственных соотношений между элементами рабочего места, антропометрическими, биомеханическими, физиологическими, психофизиологическими и психическими возможностями работающего человека;
- возможность выполнения основных и вспомогательных операций в рабочем положении, соответствующем специфике трудового процесса, в рациональной рабочей позе и с применением наиболее эффективных приемов труда;
- свободное перемещение рабочего по оптимальным траекториям;
- достаточную площадь для размещения оборудования, инструмента, средств контроля, деталей и т. д.

Пространственные и размерные соотношения между элементами рабочего места должны позволять:

- размещение работающего человека с учетом рабочих движений и перемещений согласно технологического процесса;
- расположение средств управления в пределах границ моторного пространства (по ширине, глубине и высоте);

- оптимальный обзор источника визуальной информации;
- смену рабочей позы и положения;
- рациональное размещение основных и вспомогательных средств труда.

Обязательным условием является то, что на рабочем месте должны находиться только те технические средства, которые необходимы для выполнения рабочего задания, и располагаться они должны в пределах границ досягаемости, с целью исключения частых наклонов и поворотов корпуса работающего. Предметы труда, используемые в последующих рабочих операциях, должны располагаться в той же последовательности. В целях экономии (в эргонометрическом аспекте) производственных площадей возможна вертикальная планировка рабочего места, особенно для размещения редко используемых средств и предметов труда.

Немаловажное значение имеет также выбор оптимальной ширины проходов, которые должны рассчитываться в зависимости от частоты их использования и с учетом ширины транспортных средств и пространства, занимаемого телом стоящего человека в спецодежде.

4.4 Эргономические параметры рабочего места

Параметры рабочих мест и их элементов, при расчетах которых используются антропометрические данные, условно делятся на три группы.

Габаритные параметры рабочего места характеризуют предельные размеры его внешних очертаний. Габаритный объем рабочего места определяется как сумма объемов, занятых основным производственным оборудованием, организационной и технологической оснасткой, проходами и подходами к основным элементам рабочего места и т. д., а также объема мертвого пространства, создаваемого неправильными формами перечисленных объектов. Различают габаритные параметры рабочего места в целом (высота, ширина, глубина) и габаритные параметры его элементов (рисунок 8).



Рисунок 8 – Рабочее место и его элементы

Свободные (несопряженные) параметры – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не имеют общих баз отсчета, а следовательно, не сопряжены друг с другом. К ним относятся параметры рабочего сиденья и его спинки, подлокотников, приводных элементов органов управления и т. п. (рисунок 9).

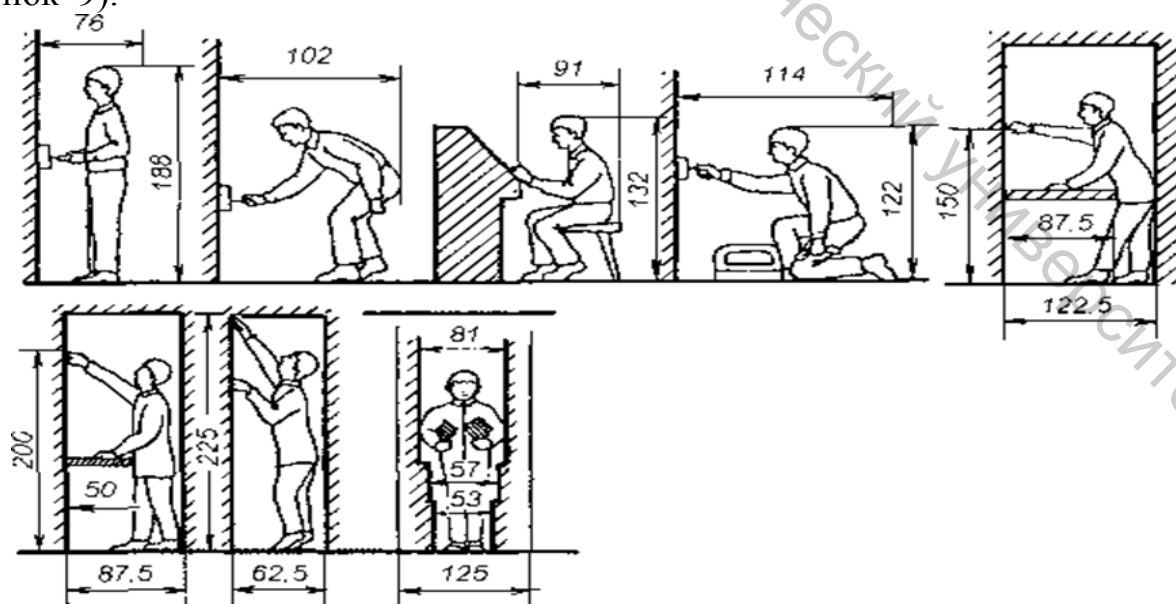


Рисунок 9 – Свободные параметры

Свободные параметры рабочего места и оборудования могут быть нерегулируемыми (постоянными) и регулируемыми (переменными). К последним относятся высота и угол наклона подставки для ног, высота сиденья, угол наклона спинки, высота спинки, подвижность спинки вперед – назад и др.

Компоновочные (сопряженные) параметры рабочего места, образуя размерные цепи, характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и по отношению к работающему человеку.

Компоновочные параметры обеспечивают возможность работающему совершать движения в оптимальном диапазоне, позволяют увязать все элементы рабочего места в систему с едиными базами отсчета (рисунок 10).

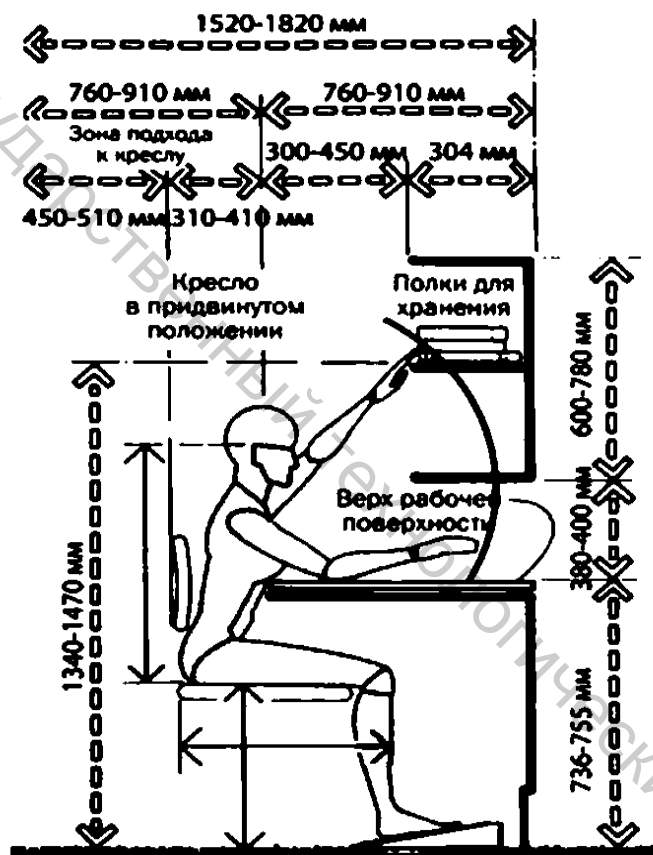


Рисунок 10 – Компоновочные параметры

К компоновочным параметрам рабочего места для выполнения работы в положении стоя относятся параметры рабочей поверхности, подставки для ног, пространства для стоп, проходы, досягаемость в моторном пространстве.

Для положения сидя используются параметры рабочей поверхности, сиденья и его подвижности, диапазон и шаг угла наклона и подвижности спинки (вперед – назад), подставки для ног, пространства для ног и т. д. (рисунок 11).

Компоновочными (сопряженными) параметрами для органов управления – кнопок, клавиш, педалей, рычагов, переключателей, маховиков и т. д. являют-

ся расстояния между краями соседних элементов, углы поворота без перехвата, размахи движения и т. п. (рисунок 12).

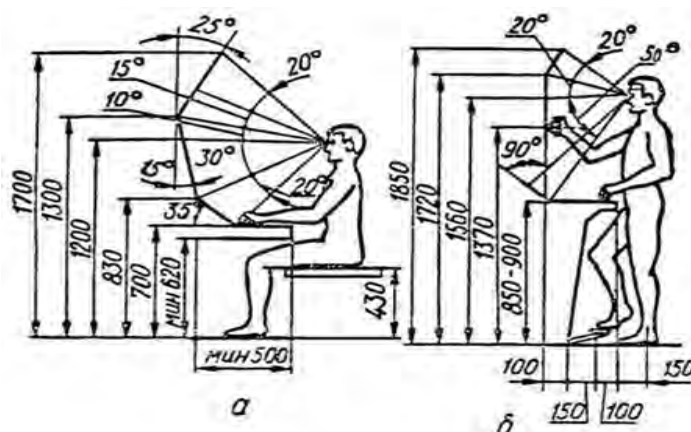


Рисунок 11 – Компонентные параметры: а) сидя; б) стоя

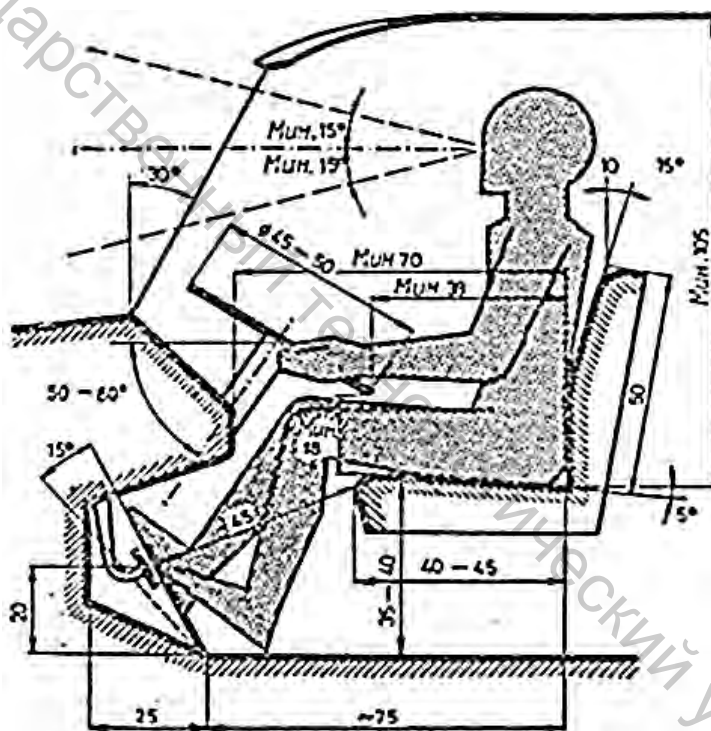


Рисунок 12 – Сопряжение регулируемых параметров

Компоновочные параметры, как и свободные, могут быть нерегулируемыми (постоянными) и регулируемыми (переменными). Регулировать компоновочные параметры можно опосредованно, путем регулирования свободных параметров некоторых подвижных элементов рабочего места (сиденья, педали, подставки для ног) относительно работающего.

4.5 Основные эргономические требования при проектировании рабочих мест

Соответствие параметров рабочего места размерам моторного пространства, антропометрическим данным человека, удобству его рабочей позы, рациональным и эффективным рабочим движениям способствует снижению величины статистической и динамической нагрузок при работе, уменьшению вероятности возникновения заболеваний (остеохондроз, радикулит и т. д.) и позволяет сохранить высокую и устойчивую работоспособность и производительность труда.

К факторам, определяющим организацию рабочего места, относятся положение тела, рабочая поза, рабочие движения, максимальный темп движений, зоны деятельности.

Положение тела, прежде всего, влияет на пространственную компоновку рабочего места (таблица 3). Величина усилий на органы управления, параметры обзорности определяются, прежде всего, положением тела работающего. Наиболее распространены положения стоя и сидя, реже — лежа. Каждое положение характеризуется определенными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием дыхательной и кровеносной системы, расходом энергии и т. д. Так, положение стоя характеризуется неустойчивым равновесием, но в то же время ему свойственно более естественное состояние позвоночного столба и грудной клетки, хорошие условия для зрительного обзора и перемещения. Однако оно более утомительно по сравнению с другими положениями, так как требует значительной работы мышц по удержанию равновесия тела. Поэтому в положении стоя следует избегать фиксированных поз, рекомендуется делать перерывы для отдыха в положении сидя.

Таблица 3 – Критерии выбора рабочих положений

Рабочее положение	Величина усилия, Н	Степень перемещения работающего	Направление движения рук	Базы отсчета зон досягаемости	Величина рабочей зоны, мм
Сидя	до 30	ограниченная	вперед-назад в стороны	Фронтальная плоскость, параллельная заднему краю сиденья. Плоскость симметрии сиденья.	Не более 600 Не более 500
Переменное	30 – 100	обычная	вперед-назад в стороны	Фронтальная плоскость, параллельная заднему краю сиденья. Плоскость симметрии сиденья.	Не более 600 Не более 750
Стоя	100 – 150	повышенная	вперед-назад в стороны	Фронтальная плоскость, параллельная переднему краю оборудования. Средняя плоскость тела	Более 300 1000

Положение сидя имеет преимущества перед работой стоя, так как снижает нагрузку мышц на нижние конечности и органы кровообращения, что

уменьшает энергетические затраты организма на 10 – 20 %. Однако длительное пребывание в положении сидя способствует ряду патологических явлений (сутулости, радикулиту и т. п.), сокращает зоны досягаемости, передвижения и уменьшает силовые возможности. Выбор рациональной рабочей позы, в положении сидя (благодаря оптимальной форме сидений) позволяет избегать этих отрицательных последствий.

Положение лежа допускается в исключительных случаях, так как оно резко ограничивает моторные функции человека, ухудшает моторную координацию и уменьшает зону обзора. Выполнение операций лежа сопровождается утомительной статической работой, связанной с напряжением шейных мышц и плечевого пояса при удержании головы и рук. Для работы лежа следует предусматривать специальные приспособления, уменьшающие статические напряжения (опоры для головы и др.).

Рабочая поза. Термин «рабочая поза» обозначает наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение звеньев тела при выполнении трудовых операций. Сохранение той или иной позы происходит при активном участии нервно-мышечной системы, состояние которой характеризуется, прежде всего, величиной тонуса, суставных углов и т. п. (рисунок 13).

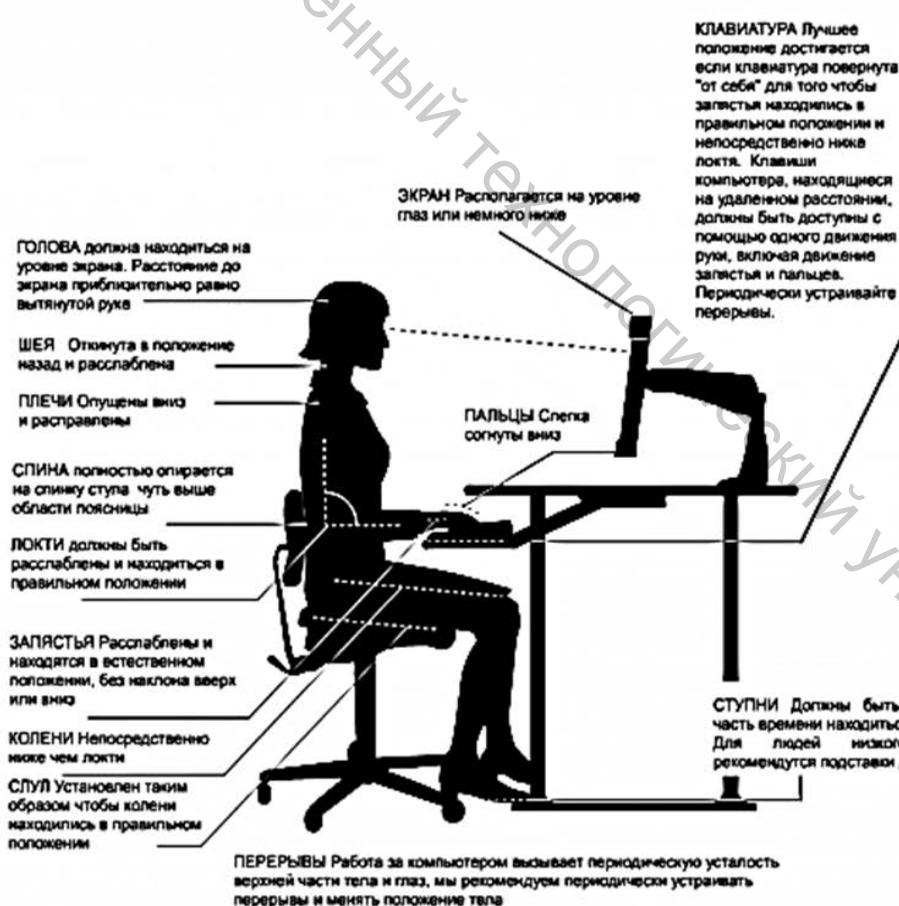


Рисунок 13 – Параметры рабочей зоны

В процессе проектирования алгоритмов трудовой деятельности, в выполнении которых преобладают моторные компоненты, и требуется длительное

поддержание определенной рабочей позы, особое внимание следует уделять проектированию оптимальной рабочей позы и условий ее поддержания (таблица 4). При этом следует исходить из положения, что наиболее вредным является не столько сама поза, сколько время, в течение которого человек в ней находится.

Таблица 4 – Оптимальная рабочая поза

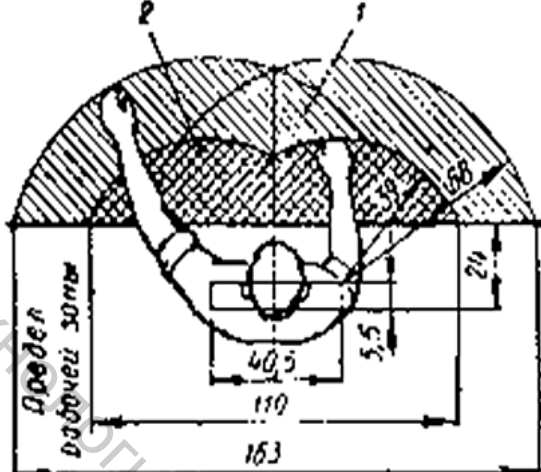
Наименование категории	Для положения стоя	Для положения сидя
Характеристика оптимальной рабочей позы	Корпус выпрямлен. Равномерная опора. Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей. Экономичность рабочих движений	Корпус выпрямлен. Сохранены естественные изгибы позвоночного столба и угол наклона таза. Тупые углы в суставах нижних конечностей. Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей. Экономичность рабочих движений. Опора на обе стороны. Отсутствие частых наклонов туловища и поворотов головы
Условия для поддержания оптимальной рабочей позы	Возможность смены позы. Возможность кратковременного отдыха сидя. Наличие подставки для ног. Отсутствие педали. Оптимальные размеры моторного пространства	Возможность смены позы. Форма и размеры рабочего сиденья. Наличие опоры для всей спины. Наличие подлокотников. Наличие подголовника. Возможность откидывания спинки сиденья для отдыха. Оптимальное соотношение высоты сиденья и рабочей поверхности. Оптимальные размеры моторного пространства. Наличие подставки для ног (регулирование высоты сиденья и подставки для ног)

Оптимальная рабочая поза должна служить исходным моментом при расчетах размеров досягаемости для рук и ног в пределах моторного пространства.

Рабочие движения. В каждом рабочем движении выделяются четыре формы: механическая, физиологическая, психическая и функциональная. Механическая форма рабочих движений определяется следующими параметрами: пространственными (длиной, формой, направлением); временными (скоростью,

Нормальная рабочая высота

25, 34, 24, 38, 40



Психические формы рабочих движений классифицируются по функциям в трудовом процессе, по решаемой в движении задаче по степени контроля за выполнением движений.

Рациональная организация рабочих движений создает условия для снижения утомления и резервы для повышения работоспособности человека, уве-

личения производительности труда. Взаимодействие принципов экономии движений с основными их характеристиками реализуются в виде ряда практических рекомендаций по организации рабочих движений.

Максимальный темп движений. Он зависит от типа движения: вращательного (об/с); нажимного для ведущей и неведущей руки (наж/с); ударного для среднего и оптимального темпа (уд/с) и от усилий, развиваемых при различных движениях и точности движений рук.

Зоны досягаемости. Различают зоны максимальной, оптимальной и легкой досягаемости. При организации рабочего места необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны максимальной досягаемости моторного поля, а операций «часто» выполняемых (менее двух операций в минуту) и «очень часто» в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля.

Площадь, ограниченная дугой, и является зоной досягаемости данной руки (рисунок 15).

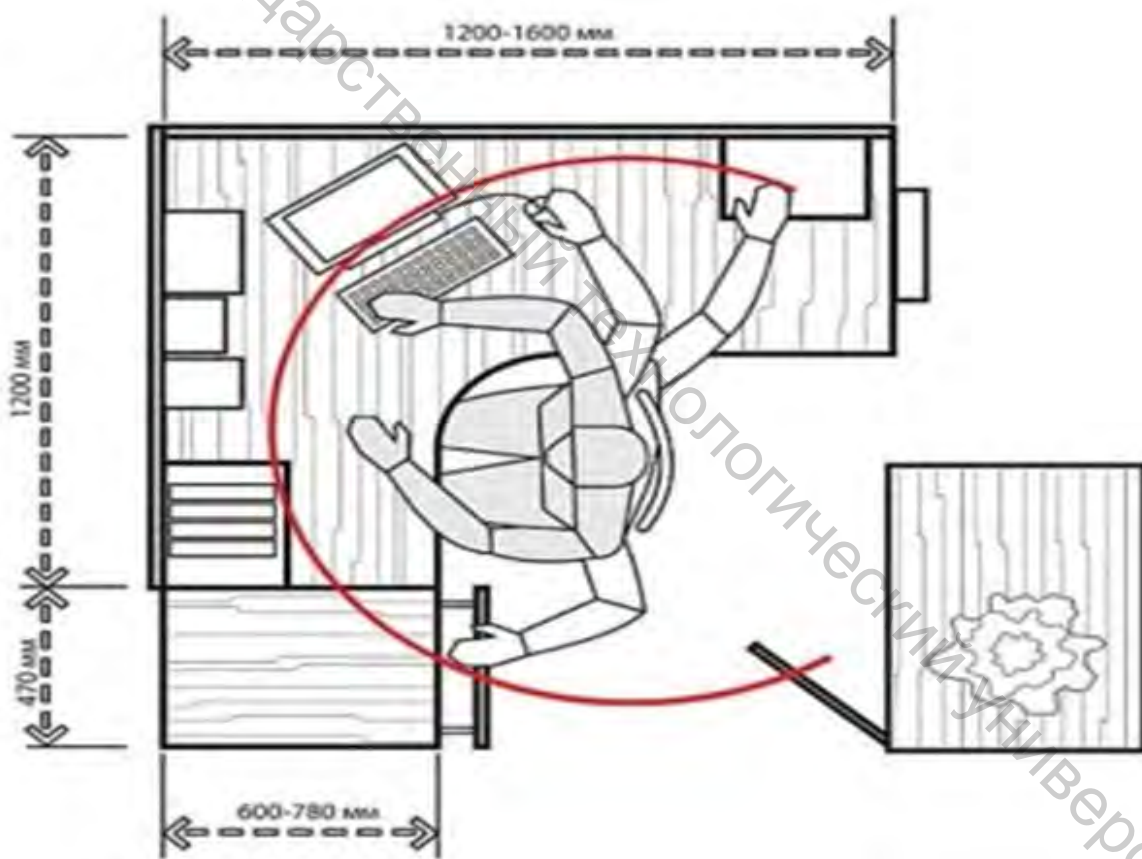


Рисунок 15 – Параметры зоны досягаемости

С учетом факторов, определяющих организацию рабочего места, производится расчет его параметров.

Параметры рабочего места измеряются в различных положениях тела (стоя, лежа, сидя) и позах (руки вытянуты в стороны, вверх и т. д.), имитирующих рабочие позы и движения. При измерении этих параметров в качестве баз

отсчета чаще всего используются ограничительные плоскости. Эргономические, антропометрические параметры по способам измерений и в зависимости от сферы использования делятся на *статические* и *динамические*.

Они в свою очередь делятся на габаритные и размеры отдельных звеньев тела, а также на линейные, периметровые и угловые.

При расчете параметров рабочего места на основе антропометрических данных необходимо учитывать:

- выбранную систему координат и соответствующие базы отсчета;
- рабочее положение работающего;
- возможность изменения положения тела;
- величину размаха рабочих движений;
- количество элементов рабочего места;
- параметры обзора;
- необходимость ограничения рабочего пространства (кабина, площадь и т. д.);
- возможность регулирования параметров элементов рабочего места;
- возможность подвижности элементов рабочего места (сиденья, педали, подставки для ног).

При использовании числовых значений антропометрических признаков следует учитывать их особенности, обусловленные полом, возрастом, национальностью и другими факторами.

Особое внимание следует обращать на значительные половые различия большей части антропометрических признаков, так как многие изделия промышленного производства предназначены одновременно и для мужчин, и для женщин. Эти различия в размерах достаточно велики как для положения стоя, так и для положения сидя.

Национальные различия по группам размеров несколько меньше, чем половые, но также значительны, особенно по продольным размерам в положении стоя. Возрастные различия антропометрических признаков взрослого населения выражены не резко. Имеется тенденция к увеличению (на 5 см) всех продольных размеров у лиц молодого возраста (20 – 30 лет) и поперечных, переднезадних и охватных размеров – у лиц старшего возраста (30 – 50 лет).

При расчете параметров оборудования по высоте следует учитывать, что наибольшие половые, национальные и возрастные различия наблюдаются в продольных размерах тела в положении стоя. В положении сидя эти различия уменьшаются или вовсе исчезают. Это объясняется тем, что в первом случае в состав размеров входит длина ноги – признак сильно варьирующий, увеличившийся за последние 100 лет на 7 – 8 см. Во втором случае в состав размеров входит длина туловища – признак слабо варьирующий, мало изменившийся в процессе акселерации (всего на 1 см).

4.6 Перцентиль

В основу общих правил использования антропометрических данных при расчете параметров рабочих мест и производственного оборудования положен метод перцентилей.

Перцентилем называется сотая доля объема всей совокупности людей, подвергавшихся антропометрическим исследованиям.

Каждая группа характеризуется определенными свойственными ей значениями антропометрических признаков. Если площадь, ограниченную кривой нормального распределения, отражающую всю совокупность наблюдений, разделить на 100 равных частей (процентов), то получим 99 перцентилей.

Каждый перцентиль имеет свой порядковый номер: 1-й перцентиль отсекает в распределении частоты наименьших значений антропометрического признака, составляющие 1 % от суммы всех частей; 2-й перцентиль значения, составляющие 2 % и т. д.; 50-й перцентиль в нормальном распределении соответствует средней арифметической величине, моде и медиане.

Перцентиль, мода и медиана являются структурными характеристиками вариационного ряда значений антропометрических признаков.

При этом необходимо помнить, что в природе не существует человека, все размеры тела которого соответствовали бы только среднему арифметическому значению или только 5 или 95 перцентилем, это лишь условное предположение, в силу чего минимум свободного пространства для размещения тела человека и его передвижений следует исчислять исходя из антропометрических данных людей, характеризующихся наибольшими продольными, поперечными и переднезадними размерами тела.

Части рабочего пространства, в пределах которого необходимо обеспечить досягаемость органов управления, надлежит рассчитывать на основании антропометрических данных людей, характеризующихся наименьшими продольными, поперечными, и переднезадними размерами тела.

При использовании антропометрических данных не рекомендуется:

- рассчитывать параметры рабочих мест и оборудования на основе только средних арифметических значений антропометрических признаков;
- использовать антропометрические данные 20 – 25-летней давности;
- использовать источники (справочники и т. д.), в которых не указан год сбора данных, пол, возраст, национальность и т. д.;
- использовать размеры тела, измеренные в положении стоя, при расчетах параметров рабочих мест, предназначенных для работы сидя;
- выделять основные и второстепенные антропометрические признаки, так как все множество их одинаково необходимо;
- получать основные эргонометрические признаки путем сложения отдельных классических размеров.

Общие правила расчета параметров рабочих мест состоят в следующем:

1. Определяют характер контингента работающих, для которых предназначено рабочее место и проектируемое оборудование (мужчины или женщины, национальность, возраст и т. д.).

2. Определяют объем (в %) совокупности работающих, размерам тела которых должно соответствовать проектируемое оборудование, а затем его верхнюю и нижнюю границу. Если устанавливают, например, размеры рабочего места водителя трактора, то они должны обеспечивать легкость и удобство эксплуатации для 90 – 95 % работающих. Одновременно учитывают, что для группы людей, которые могут принадлежать к этой профессии, минимальной (нижней) и максимальной (верхней) границами распределения, включающими 90 % численности работающих, являются 5-й и 95-й перцентили. При этом остаются неудовлетворенные 5 % работающих с наибольшими и 5 % с наименьшими размерами тела (рисунок 16).

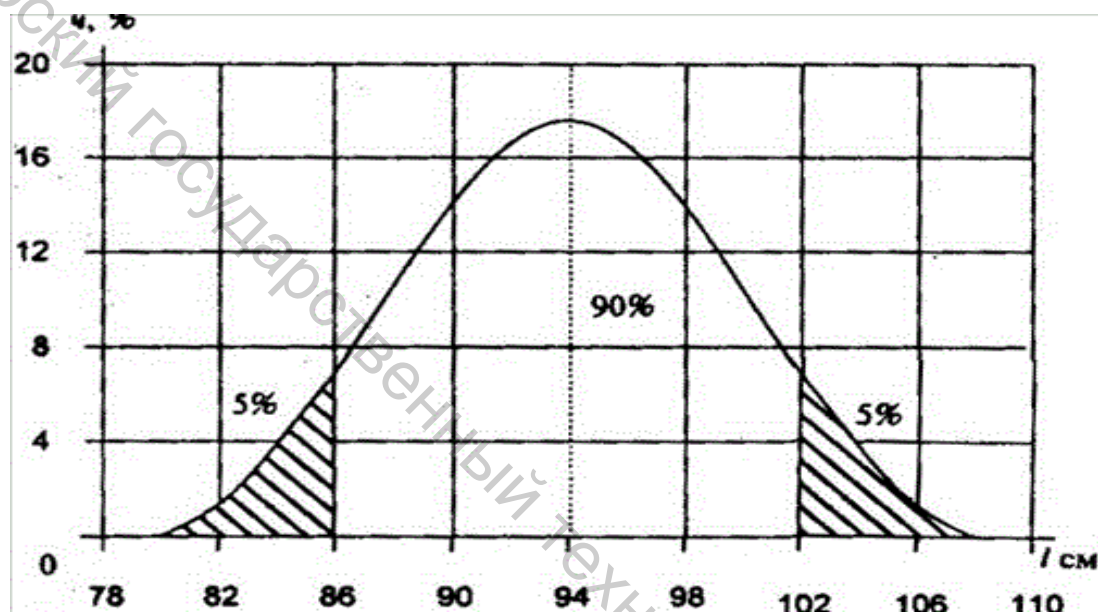


Рисунок 16 – Площадь, занимаемая кривой распределения, равна 90 % (мужчины, русские, 18 – 21 год): $ч$ – частота встречаемости вариантов признака; l – размах рук, согнутых в локтях

Минимальные и максимальные границы 95 %-ного объема будут ограничены или 5-м перцентилем, с одной стороны, или 95-м – с другой для соответствующих групп населения. Эти границы используют для расчета нерегулируемых параметров рабочих мест. В первом случае остаются неудовлетворенными 5 % работающих с наименьшими размерами тела; во втором случае – 5 % работающих с наибольшими размерами тела (рисунок 17). Выбор границ связан с конкретными параметрами оборудования.

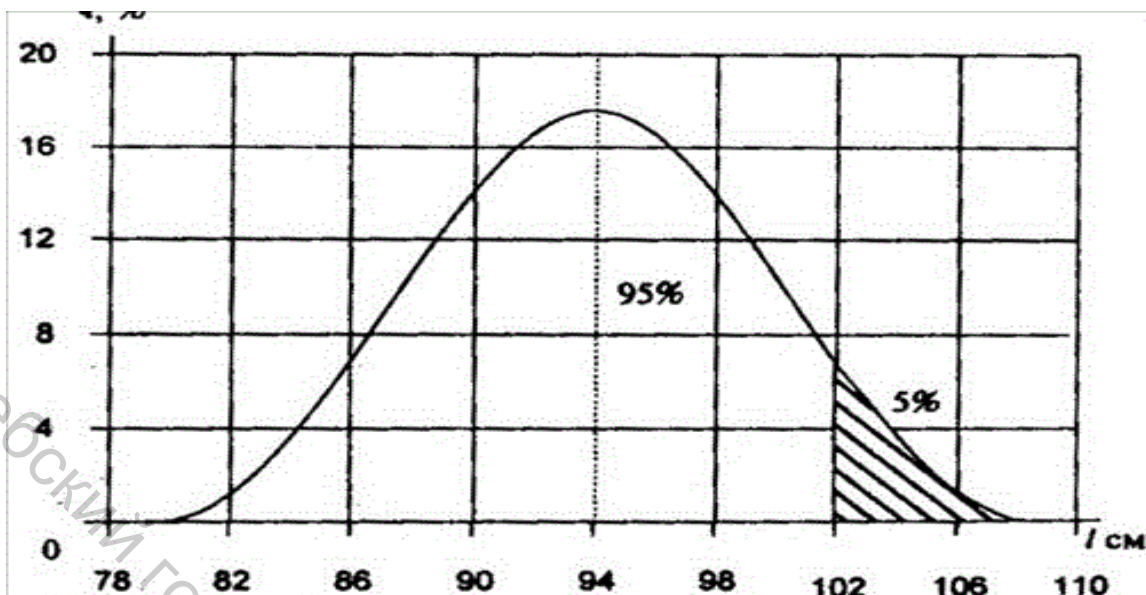


Рисунок 17 – Площадь, занимаемая кривой нормального распределения, равна 95 % (мужчины, русские, 18 – 21 год): χ – частота встречаемости вариантов признака; l – размах рук, согнутых в локтях

3. Выбирают антропометрический признак, который будет служить основой для расчетов тех или иных параметров рабочего места, будет учитывать функциональное значение параметра производственного оборудования, рабочее положение тела работающего и позы, пол, возраст, национальность и т. д.

4. Выбирают границы (верхнюю или нижнюю) объема обследуемой совокупности работающих, достаточные для надежного определения параметра рабочего места.

5. При расчете различных параметров оборудования и рабочих мест используют пороговые значения антропометрических признаков, соответствующих верхней и нижней границе или обеим одновременно выбранного объема численности обследуемых работающих – чаще 5 или 95 – перцентилям. Так, большинство нерегулируемых параметров рабочих мест по высоте рассчитывают исходя из значений антропометрических признаков, соответствующих 95-му перцентилю той группы работающих, у которой используемый для расчетов размер тела имеет наибольшее значение и т. д.

6. Находят числовое выражение порогового значения антропометрического признака, характерного для выборочной совокупности. Числовые значения антропометрических признаков, соответствующие 1, 5, 50, 95, 99-му перцентилям, приводятся в антропометрических атласах и нормативных документах.

7. За базы отсчета при измерении габаритных параметров рабочего места в целом принимают воображаемые ограничительные плоскости, касательные к наиболее выступающим внутрь свободного рабочего пространства точкам элементов рабочего места, ограничивающим размах движений и проходов (органы управления, щиток и т. д.). Например, ширина кабины трактора измеряется как проекционное расстояние между выступающими внутрь элементами, располо-

женными на правой и левой ее стенках на уровне плечевого пояса работающего и т. д.

8. Измерения и расчеты компоновочных параметров следует проводить, различая среди них следующие группы: параметры досягаемости в моторном пространстве; высота рабочей поверхности, сиденья и подставки для ног и их соотношения; параметры группирования органов управления на панелях пультов, щитков, параметры проходов и т. п. Так, базами отсчета для определения оптимальных расстояний между приводными элементами органов управления следует считать наиболее выступающие точки краев двух соседних приводных элементов при их нейтральном и рабочем положении и т. д.

При необходимости провести анализ пространственной компоновки рабочих мест следует опираться на методику, построенную на основании данных эргономической антропологии. Она позволяет анализировать «эргономические параметры» рабочего места, то есть те параметры, которые рассчитываются на основе антропометрических данных. Эти данные могут не совпадать с данными в технической документации, поэтому с целью анализа параметров рабочего места значительную их часть следует измерять заново.

Анализ пространственной компоновки рабочих мест проводится в два этапа: подготовительном и основном.

На подготовительном этапе:

1. Определяют тип рабочего места.
2. Составляют перечень средств труда на рабочем месте, выделив основные и вспомогательные.
3. Составляют перечень органов управления и затем их классифицируют по группам: ручного и ножного управления, постоянного, периодического и эпизодического действия.
4. Составляют перечень технологической оснастки, определив ее по технической документации и наличию на рабочем месте.
5. Составляют перечень организационной оснастки.
6. Определяют зоны моторной активности, выделив среди них постоянные, периодические и эпизодические.
7. Составляют перечень эргономических параметров рабочего места, подлежащих измерениям и анализу, и сводят их в таблицу.
8. Определяют базы отсчета, от которых следует измерять, компоновочные параметры рабочего места в каждой выделенной зоне.

На основном этапе:

1. Составляются эскиз рабочего места в трех проекциях: вид сверху, в профиль, спереди. На нем отражаются все элементы рабочего места и параметры, которые подлежат оценке и измерению.
2. Измеряют параметры рабочего места в составленном перечне и заносят их в таблицы и эскизы.

3. Вычерчивают чертежи рабочего места в определенном масштабе.

Число чертежей (эскизов) определяется степенью организации рабочего места и т. п.

Далее делают выводы о степени соответствия параметров рабочего места антропометрическим данным и намечают возможные пути ликвидации выявленных несоответствий.

Тема 5. Эстетика и культура организационного процесса

Вопросы:

5.1 Роль эстетики и культуры организационного процесса в повышении безопасности труда.

5.2 Взаимосвязь эргономики и эстетики.

5.3 Организационная эстетика.

5.4 Требования к эргономике и организационной эстетике.

5.1 Роль эстетики и культуры организационного процесса в повышении безопасности труда

Развитие научно-технического прогресса, повышение интенсификации и производительности труда должны органически увязываться с оптимизацией труда и отдыха с тем, чтобы на каждом рабочем месте создавались условия, обеспечивающие сохранение здоровья и безопасность работающих.

На большинстве предприятий уделяется внимание эстетическому формированию непроизводственной среды.

Непроизводственная среда – это составная часть общественной среды. Совокупность материально-вещественных элементов среды в комплексе с санитарно-гигиеническими, физиологическими, климатическими, социально-психологическими и экономическими факторами определенным образом воздействуют на работающего.

Разработка и внедрение приемов и средств эстетической организации непроизводственной среды способствуют созданию высокого уровня культуры производства.

Только такой подход позволяет наиболее рационально организовывать труд, обеспечивать комфортные и безопасные условия, добиваться высокой производительности и качества труда. Этому способствует ликвидация на основе механизации и автоматизации тяжелого физического труда, преодоление различий между трудом умственным и физическим, ликвидация опасных и вредных факторов, являющихся потенциальными источниками травматизма. Высокая культура производства включает технологическую культуру, культуру труда и личную культуру работ. Технологическая культура характеризуется такими показателями, как степень электрификации, механизации и автоматизации производства, применение новой техники и прогрессивной технологии, уровень техники безопасности и соответствие оборудования психофизиологи-

ческим требованиям, уровень организации производства. Работа по повышению технологической культуры должна выполняться планоно, на основе тщательного обследования участков специалистами по технологии, автоматизации и механизации, научной организации труда и служб по технике безопасности. При этом годовые планы формируются на основе пятилетнего комплексного плана улучшения условий, охраны труда и санитарно-технических мероприятий.

Первостепенное значение должно уделяться механизации и автоматизации как наиболее эффективному средству решения серьезных социальных вопросов и в первую очередь ликвидации опасных факторов.

Культура труда характеризуется такими показателями, как применение принципов НОТ и эффективных методов руководства предприятием, цехом, участком, создание в коллективе наиболее благоприятных условий труда, развитие социалистического соревнования, а также движение за коммунистический труд.

Личная культура работающего характеризуется высокими моральными качествами, степенью отношения к труду, уровнем личной гигиены, быта и т. д.

С каждым годом все большее применение находят основы эстетики в вопросах содержания оборудования, технических и трудовых процессов. В организации рабочих мест первоочередное место занимают элементы эргономики. Эргономика изучает функциональные возможности и особенности человека в современных условиях труда, то есть рассматривает закономерность природных явлений в труде и решает задачи, связанные с трудовой деятельностью, субъектом труда и системой «человек – машина – среда». Эта комплексная наука развилась на базе ряда смежных наук таких, как физиология, психология, гигиена труда, техническая эстетика.

Внедрение элементов эргономики в производство становится неотъемлемым процессом его совершенствования, создания здоровых и безопасных условий труда. Эргономика используется для достижения высшей задачи, которая решается в период НТР – создания высокопроизводительного и безопасного труда.

В условиях создания новых технологических линий и оборудования нормализация условий труда должна достигаться прежде всего осуществлением мероприятий по устранению вредных и опасных факторов в самом источнике, их возникновения.

Первый этап создания безопасных условий труда должен решаться на стадии проектирования новых и реконструкции действующих производств, при разработке новых технологических процессов и оборудования, когда на основе «Межотраслевых требований и нормативных материалов по НОТ» предусматриваются соответствующие средства техники безопасности в зависимости от типа оборудования и характерных для него потенциально опасных факторов. К ним относятся стационарные и подвижные устройства, ограждающие опасные зоны: предохранительные устройства, предупреждающие выход контролируемых параметров (например, пара, воды, скорости движения элементов машин,

силы тока и т. п.) за пределы допустимых значений; тормозные устройства, обеспечивающие быструю остановку отдельных механизмов или всего оборудования в целях безопасности обслуживающего персонала; сигнализаторы безопасности в зависимости от типа оборудования и условий его эксплуатации; дистанционное управление агрегатами, позволяющее вывести человека из зоны выделения вредных паров, пыли, газов и высоких температур; специальные средства электрической и пожарной безопасности.

Чем современнее оборудование и производство, тем больше оно оснащено современными средствами безопасности, тем ниже уровень травматизма.

Второй этап обеспечения безопасных условий труда представляет собой своевременное выявление и устранение потенциально опасных факторов в действующих подразделениях и цехах.

Одним из важнейших направлений борьбы с травматизмом является совершенствование организации рабочих мест на научной основе, предусматривающее рациональную планировку рабочего места и размещение предметов труда, позволяющие наряду с экономией движений добиться удобного и безопасного выполнения порученной работы.

Эти и другие проблемы решаются при помощи эстетики.

Эстетика изучает социально-культурные, технические и эстетические проблемы формирования гармоничной предметной среды, создаваемой средствами производства для обеспечения наилучших условий труда, быта и отдыха людей.

Эстетика базируется на объективных законах развития общества и учитывает интересы общественного производства, исходя из технических и экономических требований производства.

Внедрение технической эстетики на предприятиях – это необходимость сегодняшнего дня, это начало в создании духовной удовлетворенности процессом труда.

Для обеспечения лучших условий труда, быта и отдыха людей необходимо на заводских территориях создавать зеленые зоны, водоемы с учетом конкретных природных условий. Наличие водных поверхностей способствует созданию зон мягкого климата, успокаивающе действует на человека.

Транспортные магистрали, пешеходные дорожки должны располагаться в соответствии с потребностями организации и не должны портить общего вида территории.

Склады топлива, сырья, материалов, готовой продукции должны размещаться в определенных, специально оборудованных для этих целей местах и помещениях, а не быть разбросанными по всей территории организации.

Большое значение для повышения культуры производства имеет надлежащее освещение рабочего места. Это способствует повышению производительности труда, улучшению качества продукции, экономии электроэнергии и лучшему использованию оборудования, улучшению гигиенических условий труда.

Естественное освещение в значительной степени зависит от состояния окон и верхних световых фонарей. Грязные, закопченные стекла в 10 – 12 раз снижают способность пропускать свет. Если чистое оконное стекло пропускает до 90 % светового потока, то закопченное только 8 %. Чистые окна – резерв повышения производительности труда в пределах 5 – 15 %.

В условиях автоматизированного производства количество информации, которое должен воспринимать мозг работающего, возрастает, в том числе возрастает зрительное восприятие объектов производства. Таким образом, от обслуживающего персонала автоматизированного производства требуется значительное напряжение зрения при наблюдении за показаниями многочисленных контрольно-измерительных приборов, телеизображений, сигнальных ламп и т. п.

Для искусственного освещения рабочих мест лучше использовать люминесцентные лампы, световая отдача которых в 3 – 4 раза больше, чем у обычных ламп накаливания, и в 7 – 8 раз больший срок службы. За время эксплуатации люминесцентная лампа отдает почти в 20 раз больше световой энергии, чем лампа накаливания такой же мощности.

Важно правильно рассчитывать мощность ламп. Между тем, на практике иногда лампы завышенной мощности устанавливаются на очень большой высоте (10 – 15 м) и при этом без рациональных отражателей, в результате чего рабочие места оказываются недостаточно освещенными, а электроэнергия перерасходуется.

В зависимости от организации нормы освещенности рабочих мест колеблются в больших границах: от 75 до 3000 лк. Практика показывает, что при освещении рабочих мест по научно обоснованным нормам производительность труда может повыситься на 7 – 24 %. Наряду с рациональным освещением рабочих мест для повышения культуры производства, гигиенических условий труда, для поддержания хорошего настроения у работающих большое значение имеет цветовое оформление стен, полов, потолков производственных помещений и окраска оборудования, то есть цвет рабочей среды.

Цветовое оформление рабочей среды – оптимальный однородный спокойный фон для объекта работы, четкое выделение предметов различного функционального назначения (пусковых, управляющих; предохранительных устройств) призвано способствовать лучшей ориентации работающих в производственном оборудовании. Цвет также применяется для обозначения опасности, для обозначения и маркировки коммуникаций.

В целях безопасности наружные поверхности машин должны окрашиваться в цвета золотисто-оранжевой гаммы, открытые движущиеся (вращающиеся) элементы конструкции (трансмиссии, блоки, грузовые тележки, каретки подъемников) – в красный цвет.

Для интерьеров кабин в целях обеспечения комфортности работы необходимо использовать спокойные, близкие к нейтральным цвета: серо-голубой, светло-дымчатый, светло-бежевый и др.

Правильно подобранные цвета в непроизводственной среде, создавая в поле зрения работающего оптимальные яркостные соотношения, обеспечивают наиболее здоровый психофизический эффект. Цвет окружающей среды может возбуждать или угнетать человека, улучшать или ухудшать его настроение, а следовательно, изменять работоспособность. Однообразный цвет рабочего тела при длительном воздействии на работающего может вызвать своеобразный «цветовой голод», что, например, имеет место на текстильных предприятиях, производящих темные ткани.

Однообразие рабочего тела в подобных случаях компенсирует яркая окраска стен. Не следует при этом злоупотреблять белым цветом, так как сплошной белый цвет создает ощущение больничной обстановки.

При частых переходах в обстановке от одного цвета к другому глазам человека приходится приспосабливаться, на что затрачивается определенное время, хотя и небольшое. Но на протяжении рабочей смены эти «микроразрывы» могут составить заметный отрезок времени и существенно влиять на утомляемость человеческого организма. Так, например, обрабатываемая металлическая деталь отражает до 95 % света, а окружающие темные предметы – 3 – 5 %, затраты на торможение зрения в данном случае за рабочую смену достигают 30 – 35 мин. Указанные обстоятельства также определяют выбор рациональной окраски помещений, оборудования, что способствует увеличению производительности труда на 5 – 20 %.

С точки зрения энергозатрат окраска помещений также имеет значение. Так, белая поверхность отражает до 80 % попадающего на нее света, серая – 35 %, а темно-коричневая – 15 %. Следовательно, так называемые «практичные» темные и серые тона, в которые часто окрашивают помещения и оборудование, оказываются совсем не практичными, так как требуют более сильных источников освещения, что на 20 – 30 % увеличивает расход электроэнергии.

Отказ от темных оттенков в окраске помещений способствует поддержанию чистоты.

Таким образом, при решении вопроса об окраске помещений и оборудования необходимо учитывать эксплуатационные, технологические, психофизические и эстетические требования. Цветовое оформление помещений должно решаться не изолированно, а в комплексе со всеми другими культурно-эстетическими и организационными мероприятиями.

Рекомендуются следующие сочетания красок в зависимости от назначения оборудования, здания, рабочего места. Подвижные части станка окрашивают в светло-желтый цвет, рычаги и рукоятки управления должны на фоне станка выделяться более темной окраской.

Светлая окраска оборудования имеет важное значение – она побуждает рабочих к более тщательному уходу за ним.

Движущиеся части машин, требующие особого внимания со стороны рабочих, окрашиваются в ярко-красный цвет.

Кабины, крюки подъемных кранов окрашиваются черно-желтыми или черно-красными полосами, при этом они хорошо выделяются на светлом фоне окружающей обстановки и служат сигналом к вниманию работающих.

Трубопроводы окрашиваются в зависимости от назначения: паропроводы – в красный или серый цвет; воздухопроводы – в голубой; водяные коммуникации – в зеленый; маслопроводы – в коричневый. Яркие линии разноцветных трубопроводов хорошо дополняют общий интерьер помещений.

В центре внимания при разработке основных управляющих элементов находится рабочее место. При этом анализируются все факторы: тяжесть выполняемой работы, напряженность; наличие опасных и вредных факторов; размещение и хранение на рабочих местах оснастки, заготовок, материалов, изделий, отходов; состояние мебели, средств сигнализации и связи, оградительных и предохранительных устройств и т. д.

Рациональная организация рабочего места является одним из основных разделов при проектировании организации труда и типовых рабочих мест.

Составной частью внедрения принципов НОТ в организации рабочего места является создание благоприятных условий труда, обеспечивающих наибольшую эффективность труда при сохранении здоровья и длительной работоспособности человека.

В данном направлении предусматривается внедрение мероприятий, направленных на снижение нервно-психических и физических нагрузок, определение темпа работы, устранение монотонности труда. Обеспечение благоприятных санитарно-гигиенических условий труда наряду с повышением культуры и эстетики является залогом сохранения здоровья и повышения работоспособности человека.

В условиях существующих технологических процессов наиболее эффективным методом оздоровления условий труда является предупреждение распространения вредных и опасных факторов из зон технологических операций на рабочие места.

Механизация и автоматизация технологических процессов в значительной мере сокращает количество ручных, трудоемких операций и приближает труд рабочего к труду оператора.

В формировании эстетических требований в непроизводственной среде не последнее место занимает эстетика одежды.

Одежда, изготовленная из специальных тканей, должна соответствовать условиям, в которых находится деятельность работающего, и в то же время быть красивой и удобной. Так, для влажных условий работы спецодежду изготавливают из влагостойких тканей, обработанных кремнийорганическими составами. Для работы в условиях высоких температур применяют одежду из термостойких тканей – из нитроновых, лавсановых волокон.

Весьма практичны как для влажных, так и для сухих условий работы льняные ткани, хорошо впитывающие влагу и быстро высыхающие.

Модели одежды следует приспособлять к специфике тех или иных профессий.

5.2 Взаимосвязь эргономики и эстетики

Эстетика – это художественное конструирование оборудования и организационная эстетика. Инженерная психология изучает связи конструкций пультов управления важнейшими объектами, например, аэропортами, атомными станциями и т. д., с особенностями восприятия и переработки информации операторами. В эргономике особо выделяются разделы, которые обосновывают гигиенические, физиологические и психофизиологические требования к конструкциям оборудования и составляют производственную (непроизводственную) эргономику. Ее задачей является осуществление принципа обязательности соответствия конструкции производственного оборудования предприятий анатомо-физиологическим и психологическим особенностям человека.



Рисунок 18 – Уровни оценки системы с помощью групповых показателей

Эстетизация производства является одним из элементов научной организации труда, она осуществляется параллельно с мерами, направленными на совершенствование производства. Наряду с повышением требований к надежности работы агрегатов, машин, механизмов возрастают требования к их внешнему виду.

В понятие эргономики входит и производственная культура, которая включает все, что относится к культуре предприятия и его производству; в это понятие входят такие элементы, как архитектурный облик предприятия, планировка территории, расположение производственных зданий и сооружений, поддержание чистоты и благоустройства рабочих мест, проведение оздоровительных мероприятий, рациональная система освещения и многое другое.

С проблемами производственной культуры неразрывно связаны взаимоотношения людей – моральный климат в каждом коллективе. Это прямо зависит от конкретных людей и прежде всего от руководителей. К сожалению, встречаются еще факты, когда руководители предприятий, смен, участков, мастера допускают грубость, окрик, мелкие необоснованные придирки, иногда создают такую обстановку на производстве, которая отнюдь не способствует поддержанию нормальной, стойкой работоспособности, не говоря уже о хорошем настроении и радости труда. Соблюдение такта, умение уважать человеческое достоинство работающих способствуют созданию спокойной, товарищеской атмосферы, прививают любовь к коллективу, гордость за него. Все это помогает воспитанию нового человека и вместе с тем положительно сказывается на работоспособности людей и производственных показателях.

Повышение уровня производственной культуры дает не только повышение производительности труда: на высококультурном предприятии легче добиться снижения утомляемости рабочих, снижения производственного брака и дефектов, легче обеспечить высокое качество продукции.

Для повышения производственной культуры необходимо учитывать психофизиологические особенности рабочего, факторы, которые влияют на его трудоспособность, условия его труда, учебы и быта. Важно создать оптимальные как для психического склада, так и для физиологической структуры человека условия и организацию его труда на производстве, а также технической учебы и досуга.

Эстетические характеристики работы позволяют каждому работнику вносить коррективы в организацию условий труда, вырабатывать новые культурные нормы и ценности профессионального сообщества, содействуют высокой работоспособности и поднятию тонуса работников. В условиях производства эстетика должна нести элемент не только «красивого», но и «полезного». Применительно к трудовому процессу эстетика – наука о красоте труда, красоте полезности восприятия и оценка человеком элементов рабочего окружения и эстетизация рабочей среды – неотъемлемая часть трудового процесса. Производственная эстетика включает средства архитектурного дизайна, музыки, света и цвета.

По воздействию на центральную нервную систему цвета делятся на три группы:

- 1) возбуждающие – красный, желтый;
- 2) тормозящие – оттенки синего;
- 3) нейтральные – белый, зеленый.

Темные тона в окраске производственных помещений угнетают психику работников и снижают работоспособность, поскольку психофизиологические реакции организма носят рефлекторный характер. Но в то же время цвета в конкретных случаях могут менять свои функции – например, холодные цвета в холодных условиях не освежают, а угнетают. Психологической задачей цветовой гаммы на производстве является стимуляция и поддержка эмоционального

тонуса работника. Но в то же время восприятие цвета во многом зависит от настроения работника. Зная характер воздействия цвета, можно таким образом подобрать цветовую гамму помещения, чтобы нейтрализовать негативные факторы производства.

Кроме того, цветовой фактор используется в охране труда и в средствах производственной информации.

Музыка является не только средством эстетизации производства, но и фактором снижения монотонности труда, более функционального отдыха. Но необходимо учитывать вкусовые пристрастия работников и подбирать ненавязчивую музыку, иначе она станет раздражающим и утомляющим фактором.

5.3 Организационная эстетика

Вопросы правильного выбора и размещения оборудования и безопасной организации рабочих мест, так же как и вопросы гармоничности форм и тонов окраски машин, инструментов и другого оборудования, имеют большое значение для оздоровления и облегчения условий труда.

Основной целью организационной эстетики является достижение эстетического совершенства трудовой обстановки, способствующей безопасности, более высокой производительности труда и хорошему настроению работающих. Эстетика призвана внести художественное начало в трудовые процессы, что способствует одухотворению труда, воспитанию человека. Организационная эстетика эмоционально, эстетически воздействует на человека в производственной среде. Основным направлением производственной эстетики является использование цвета как фактора, формирующего эстетическое отношение к труду. Это достигается рациональной окраской оборудования.

Наружная поверхность машин должна иметь сплошной плавный контур, не иметь острых углов, впадин, выступов и т. п. В корпусе станка должны быть скрыты все движущиеся части, что делает его очертания более спокойными и приятными для глаза. На гладких, обтекаемых поверхностях не должно быть скопления пыли и грязи. Машины окрашивают в светлые и спокойные тона. Необдуманная окраска оборудования и заводских помещений наносит ущерб здоровью рабочих, снижает действенность мероприятий по технике безопасности.

Доказано, что с этим связано возникновение многих несчастных случаев в работе. Правильно выбранный цвет снижает утомляемость и значительно повышает производительность труда. Например, утомление глаза при рассмотрении черной нити на черном фоне в 2000 раз больше, чем при обнаружении белой нити на черном фоне. С контрастами рабочему часто приходится иметь дело на производстве, поэтому правильная подобранная окраска пола, стен, станков в цехах резко снижает утомляемость за счет мало заметных «микропауз», нужных глазу, чтобы приспособиться при переходе от одного цвета к другому. В настоящее время действует ряд ГОСТов по правильной окраске помещений,

оборудования, трубопроводов и выбору сигнальных цветов и знаков безопасности. Наиболее благоприятными для глаза считаются цвета средневолновых участков спектра, в первую очередь, зеленый и желтый, причем в общей картине цеха цвета должны образовывать красивые сочетания, гармонически связанные между собой и тем самым создающие наиболее благоприятные условия для работы.

Панели стен высотой 2,5 – 3 м от пола рекомендуется окрашивать в светло-зеленый, светло-желтый или бежевый цвет. Поверхности металлорежущих станков окрашивают серой, светло-серой, фисташковой и зелено-голубой краской, а движущиеся части станков – светло-желтой. Органы управления выделяются другими, специально подобранными оттенками. Открытые коробки передач должны обращать на себя внимание, их внутренние поверхности окрашивают в ярко-красный цвет. Кузнечно-прессовое оборудование окрашивают вместо обычного темно-голубого или темно-серого цвета в зелено-голубой, а литейное оборудование – в зелено-желтый. В термических цехах печи окрашивают в светлосерый цвет. Алюминиевой краской покрывают подъемно-транспортное оборудование: мостовые краны, кран-балки, монорельсы. Выступающие части подъемно-транспортного оборудования (кабины, крюки и пр.) следует выделять черно-желтой краской, наносимой в виде полос.

Вспомогательное оборудование и оснастку также выделяют соответствующими цветами: электрокары – желтой краской, тумбочки, шкафы – светло-коричневой краской. Трубопроводы окрашивают в зависимости от характеристики перемещаемых в них веществ и материалов: для пара – в алюминиевый, для воды – в синий, для сжатого воздуха – в белый, для масла – в светло-коричневый цвета и т. д.

Инструмент, которым пользуется рабочий, также должен быть приспособлен для работы. Необходимо иметь инструменты такой формы, чтобы работа с ними требовала наименьшей затраты мускульной и нервной энергии, развивала ловкость и сноровку, вызывала чувство удовлетворения. В последние годы биомеханикой разработан ряд рекомендаций по приспособлению инструментов и приборов к анатомическим и физиологическим особенностям человека.

5.4 Требования к эргономике и организационной эстетике

В требования по эргономике и технической эстетике включают показатели, задающие необходимое качество взаимодействия человека с машиной и комфортность условий работы персонала.

Диапазон техники, где необходим учет эргономических требований, весьма широк: от средств транспорта и сложных систем управления до потребительских товаров. В последнее время все больше внимания уделяется проблемам эстетики сферы труда и перестройки производственной среды на эстетических началах. Важное значение для улучшения условий труда имеет производственная и техническая эстетика.

Организационная эстетика включает *планировочную*, *строительно-оформительскую* и *технологическую* эстетику (рисунок 19).



Рисунок 19 – Организационная эстетика

Планировочная эстетика включает структуру, размеры, размещение и взаимосвязь помещений. Она должна разработать кратчайшие пути перемещения людей, транспортных средств, создать условия для внедрения прогрессивной

технологии и повышения производительности труда.

Строительно-оформительская эстетика решает вопросы освещения, окраски стен, потолков, полов и других элементов, озеленения, художественно-эстетической обстановки в помещениях.

Технологическая эстетика предусматривает подбор и размещение оборудования, проходов, коммуникационных линий и т. п.

Правильное решение комплекса вопросов организационной эстетики благоприятно воздействует на организм человека, исключает причины травматизма и профессиональных заболеваний, повышает производительность труда и культуру производства.

Техническая эстетика предусматривает конструирование и эксплуатацию оборудования, приспособлений, инструмента и включает:

- архитектуру (учет форм, пропорций, гармоничность планировки);
- безопасность и безвредность работы (ограждение опасных зон, предохранительные устройства).

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса (GUI). Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Средства редактирования информации должны удовлетворять принятым соглашениям в части использования функциональных клавиш, режимов работы, поиска, использования оконной системы. Ввод-вывод данных системы, прием управляю-

щих команд и отображение результатов их исполнения должны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

Интерфейс должен быть рассчитан на преимущественное использование манипулятора типа «мышь», то есть управление системой должно осуществляться с помощью набора экранных меню, кнопок, значков и т. п. элементов. Клавиатурный режим ввода должен использоваться главным образом при заполнении и/или редактировании текстовых и числовых полей экранных форм. Все надписи экранных форм, а также сообщения, выдаваемые пользователю (кроме системных сообщений) должны быть на русском языке.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения, после чего возвращаться в рабочее состояние, предшествовавшее неверной (недопустимой) команде или некорректному вводу данных.

Экранные формы должны проектироваться с учетом требований унификации:

- все экранные формы пользовательского интерфейса должны быть выполнены в едином графическом дизайне, с одинаковым расположением основных элементов управления и навигации;

- для обозначения сходных операций должны использоваться сходные графические значки, кнопки и другие управляющие (навигационные) элементы. Термины, используемые для обозначения типовых операций (добавление информационной сущности, редактирование поля данных), а также последовательности действий пользователя при их выполнении, должны быть унифицированы;

- внешнее поведение сходных элементов интерфейса (реакция на наведение указателя «мыши», переключение фокуса, нажатие кнопки) должны реализовываться одинаково для однотипных элементов.

Система должна соответствовать требованиям эргономики и профессиональной медицины при условии комплектования высококачественным оборудованием (ПЭВМ, монитор и прочее оборудование), имеющим необходимые сертификаты соответствия и безопасности.

Эргономика и эстетика связаны непосредственно с инженерной психологией – наукой, изучающей закономерности процессов информационного взаимодействия человека и техники с целью использования их в практике создания и эксплуатации систем «человек – машина» (СЧМ). Инженерная психология является научно-теоретической основой эргономики, одной из ее областей.

Основные задачи эргономики и инженерной психологии следующие.

1. Анализ функций человека в системе «Ч-М-С», изучение структуры и классификация деятельности человека-оператора.

2. Изучение процессов приема и преобразования информации оператором.

3. Разработка эргономических принципов построения рабочих мест операторов.

4. Эргономическое проектирование и оценка систем «Ч-М-С».

5. Разработка принципов и методов профессиональной подготовки операторов в СЧМ (профотбор, обучение, тренировка, формирование коллектива и управление им).

Приведенные задачи решаются на различных этапах существования системы «Ч-М-С», но наиболее интересен первый этап – процесс проектирования системы «Ч-М-С». На этом этапе должен быть решен сложный комплекс проблем, связанных с взаимной приспособленностью человека и машины как звеньев единой системы. Для этого необходимо в первую очередь решить вопросы информационного взаимодействия человека-оператора и системы и разработать конкретные рекомендации по построению рабочих мест (пультов управления). Необходимо, чтобы конструкция машины (системы управления) была приспособлена к человеку по трем основным соответствиям: психологическому, физиологическому, антропологическому.

Современное техническое проектирование объективно требует от инженера системного подхода. В системном проектировании можно выделить 4 обобщенных уровня:

1 – уровень компонентов,

2 – уровень изделий,

3 – уровень систем,

4 – уровень общественных групп.

Однако инженер привык обычно работать с I и II обобщенным уровнем, а верхние уровни и дополнительные компоненты кажутся ему «чужими», тут возникает своеобразный психологический барьер, который необходимо преодолеть. Проектирование – не однолинейный последовательный процесс, а напротив, часто возникает необходимость параллельного, одновременного решения нескольких задач различного уровня, что требует от инженера гибкого творческого мышления, интуитивных догадок. Поскольку в сферу технического проектирования включаются: экологическая рефлексия, рассматривающая следствие введения технической системы в среду обитания человека; эргономическая рефлексия, исследующая соответствие технической системы и возможностей человека; экзистенциальная рефлексия, рассматривающая техническую систему как средство реализации человеческих целей, как самоопределение человеческого существования. То, таким образом, появляется необходимость коммуникации, согласования и принятия системного решения. Возможность множества точек зрения, свободное их выражение, организация понимания, рефлексии и критики – вот существенные условия современной проектной культуры. Таким образом, инженеру необходимо обладать достаточно развитыми коммуникативными навыками общения, взаимодействия, взаимопонима-

ния с другими людьми, с другими специалистами, развитым коммуникативным мышлением. Формированию коммуникативного мышления и навыков способствует знание психологии. Вообще психология может благотворно влиять на разные аспекты формирования личности инженера.

Тема 6. Психологические вредные и опасные факторы условий труда

Вопросы:

- 6.1 Психофизиологическая сущность и структура трудовой деятельности.
- 6.2 Основные этапы трудовой деятельности при решении технологической задачи в системе «человек – машина».
- 6.3 Факторы трудовой деятельности, влияющие на условия труда.
- 6.4 Основные направления совершенствования эргономической организации рабочих мест.

6.1 Психофизиологическая сущность и структура трудовой деятельности

С позиций эргономики трудовая деятельность рассматривается как процесс преобразования информации и энергии, происходящей в системе «человек – орудие труда – предмет труда – окружающая среда». Следовательно, эргономические исследования, рекомендации должны основываться на выяснении закономерностей психических и физиологических процессов, лежащих в основе определенных видов трудовой деятельности, с предметом труда и окружающей физико-химической и психологической средой.

В последние годы много новых идей возникло в связи с рассмотрением трудовой деятельности как процесса взаимодействия человека с машиной и более сложными системами управления. Некоторые из этих идей конструктивны в смысле перехода от качественных к структурно-количественным представлениям в разработке теории деятельности. Значительный вклад в понимание психофизиологического содержания трудовой деятельности внесли исследования по физиологии труда.

Деятельность – это реализация личностных свойств человека. Эти свойства имеют также определенную структуру, рассматриваемую в теориях личности. Окружающая среда и сама деятельность могут приводить к изменению состояния человека. Процесс длительности регулируется не только внутренними, но и внешними факторами, к которым относятся взаимодействующий субъект (или коллектив) и сам предмет труда. В качестве взаимодействующего компонента деятельности может выступать и орудие труда, если оно относится к классу автоматических устройств.

В более формализованном виде трудовую деятельность можно представить как динамическую структуру, осуществляющую преобразование информации и энергии.

Работающий человек имеет трудовую цель, то есть субъективную модель состояния предмета труда, в которое необходимо перевести этот предмет из исходного состояния посредством трудовых – информационных и энергетических воздействий. Эти воздействия человек может осуществлять непосредственно на предмет труда или через промежуточное устройство – орудие труда. При этом человек воспринимает информацию через сигналы от предмета труда, промежуточного устройства и среды. Цель труда у человека формируется на основе мотивов, потребностей, установок (своих или получаемых из вне).

Воспринимаемая и извлекаемая из памяти информация преобразуется по одному из тех типов переработки информации человеком: прямого замыкания (прямая, закреплённая ассоциативная связь, автоматизированное действие), репродуктивного мышления (принятие решения путем пошагового преобразования информации по известным правилам), продуктивного (или творческого) мышления. С помощью этих преобразований формируется прогнозируемый результат трудового воздействия и программа (план, стратегия) действий для его достижения.

Существенное влияние на характер протекания процессов, восприятия, мышления, воспроизведения сведений (энграмм) в памяти оказывают активационные воздействия, обусловленные уровнем бодрствования, эмоциональным и волевым напряжениям, функцией внимания. В основе информационных и энергетических преобразований, представляющих собой суть трудового воздействия на предмет труда, лежат физико-логические процессы. В целом вся описанная функциональная структура представляет собой систему «человек – орудие труда – среда».

Предметом труда не обязательно может быть объект внешнего мира. Человек способен осуществлять преобразования информации, имеющие смысл трудового воздействия, целиком в сфере субъективного отражения, создавая «духовный продукт». Деятельность, направленную на объекты внешнего мира, называют предметной, или экстериозированной, а направленную на преобразование и формирование собственных энграмм (то есть представлений, образов, понятий, планов) – интериозированной. В чистом виде эти типы деятельности практически не встречаются. Речь может идти только лишь о существенном преобладании одного из них.

Специфика взаимоотношений человека с предметом труда через промежуточное устройство определяется главным образом тем, какие свои функции как преобразователя информации и энергии человек передал этому устройству. Различают два типа систем «человек – орудие труда – среда»: с промежуточными устройствами в виде простых орудий труда; в виде машин.

При работе с простыми орудиями труда весь поток информации, необходимый для управления воздействием на предмет труда, преобразует человек и он, таким образом, во всех отношениях и в любой момент осуществляет и контролирует процесс воздействия. Машина в интересующем нас аспекте является преобразователем информации, а не только энергии, т.е. она частично без уча-

ствия человека формирует командные сигналы и регулирует воздействие. В результате принципиальная особенность работы человека с машиной заключается в неполном контроле с его стороны за протекающим процессом воздействия на предмет труда.

Первый тип систем, которые можно называть системами «человек – инструмент», делится на четыре класса в зависимости от того, какую функцию человека реализует орудие труда.

1. *С эффективными орудиями (инструментами).* Психофизиологическая особенность этого класса заключается в изменении характера воздействия на предмет труда по сравнению с естественными двигательными реакциями человека.

2. *С афферентными орудиями.* С помощью таких орудий естественный образ предмета труда превращается в измененный образ, который можно рассматривать как простейшую информационную модель предмета. Эта модель гомоморфна объекту. Искусственного кода здесь нет, а есть изменение масштаба, ракурса, выпадение отдельных признаков и появление новых (например, при работе с микроскопом). В результате человек должен в процессе обучения выработать специальный (отличный от жизненного опыта) набор энграмм – эталонов, необходимых для восприятия.

3. *С орудиями памяти* (например, чертеж, фотография, запись). В этом случае используется искусственный код. Перекодирование как специфический психический процесс становится важным компонентом деятельности человека.

4. *С орудиями преобразования информации* (счеты, логарифмическая линейка). В результате использования таких орудий происходит изменение психологической структуры принятия решений. Ряд операций продуктивного мышления человек может превратить в простые операции прямого замыкания, высвобождая тем самым свой мозг для творческого мышления.

Второй тип систем, или систем «человек – машина», делится на три класса:

1. *С простой машиной*, в которой совершается преобразование информации по элементарной линейной программе (передача то человеку части реакций прямого замыкания). Обратная информация от предмета труда поступает почти полностью к человеку, и он сам вносит коррективы в программу машины.

2. *С репродуктивно-преобразующей машиной* (обычные ЭВМ). В этом классе характерным является существенное, почти полное отчуждение человека от предмета труда и его преобразования. Если человеку понадобится включиться в рабочий процесс, он должен будет по искусственному коду реконструировать как состояние предмета труда, так и процессы, которыми управляет машина.

3. *С продуктивно-преобразующей машиной* (самоорганизующиеся кибернетические устройства). Взаимодействие человека с такой машиной уже носит характер информационного обмена между относительно замкнутыми системами информации.

Человека, работающего с помощью машины, будем называть *оператором*. Ввиду того что именно этот тип деятельности является основным предметом эргономического исследования, рассмотрим его психофизиологическую сущность более подробно.

Наиболее характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управляемыми объектами и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи. Деятельность человека, совершаемая не с реальными объектами, а с их заместителями или имитирующими их образами, называют деятельностью с информационными моделями реальных объектов.

Информационная модель – совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды. Она является для оператора своеобразным имитатором, отражающим все существенно важные для управления свойства реальных объектов, то есть тех источников информации, на основе которого он формирует образ реальной обстановки, производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

Объем информации, включенной в модель, и правила ее организации должны соответствовать задачам и способам управления. Физически информационная модель реализуется с помощью устройств отображения информации. Наиболее существенной особенностью деятельности человека с информационной моделью является необходимость соотнесения сведений, получаемых с помощью приборов, экранов, табло, как между собой, так и с реальными управляемыми объектами. Именно на основании соотнесения этих сведений строится вся деятельность оператора.

6.2 Основные этапы трудовой деятельности при решении технологической задачи в системе «человек – машина»

Рассмотрим основные этапы деятельности оператора при решении определенной технологической задачи или выполнении операции СЧМ.

Первый этап – *восприятие информации* – процесс, включающий следующие качественно различные операции: обнаружение объекта восприятия; выделение в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче; ознакомление с выделенными признаками и опознавание объекта восприятия.

Различия между операциями обнаружения и выделения информативных признаков определяются тем, что явления, связанные с обнаружением объекта восприятия, протекают на уровне рецепторных полей воспринимающих систем, в то время как способность к выделению информативного содержания формируется на основе прошлого опыта и требует специального обучения.

В процессе ознакомления с выделенными признаками оператор устанавливает связи между отдельными свойствами объекта восприятия, формирует собственные системы эталонов, на основании которых он может впоследствии опознать объект или ситуацию. Процессам ознакомления и опознавания сопутствуют обычно укрупнение признаков, объединяющих их в структуры, которые затем выступают как единые оперативные единицы восприятия.

Оперативная единица восприятия – это семантически целостное образование, формирующееся в результате рецептивного обучения и создающее возможность практически одномоментного, симультанного и целостного восприятия объектов внешнего мира, независимо от числа содержащихся в них признаков. Формирование оперативных единиц восприятия обеспечивает не только целостность и предметность восприятия, но и возможность в дальнейшем мысленного реконструирования ряда особенностей объекта, не нашедших непосредственного отражения в информации, предъявленной оператору, равно как и возможность выделения полезной информации в помехах.

Второй этап – *оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее заданных или сформированных критериев оценки*. Оценка производится на основе сопоставления воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней образно-концептуальной моделью обстановки (системы управления). Концептуальная модель представляет собой продукт осмысливания оператором сложившейся ситуации с учетом стоящих перед ним задач. В отличие от информационной модели она относится к внутренним психологическим способам – средствам деятельности оператора.

6.3 Факторы трудовой деятельности, влияющие на условия труда

Основным фактором, вызывающим утомление, является интегральная экстенсивностная напряженность деятельности (нагрузка). Помимо абсолютной величины нагрузки на степени развития утомления сказывается еще ряд факторов, среди которых необходимо выделить следующие:

- статический или динамический характер нагрузки;
- интенсивность нагрузки, то есть ее распределение во времени;
- постоянный и ритмический характер нагрузки.

Статическая физическая нагрузка при прочих равных условиях ведет к большему развитию утомления, чем динамическая, причем субъективное ощущение усталости в этом случае выражено особенно отчетливо.

Время наступления утомления и его выраженность зависят от степени интенсивности нагрузки следующим образом: при увеличении интенсивности нагрузки утомление наступает раньше, при уменьшении интенсивности нагрузки – время наступления утомления не изменяется (в последнем случае производительность труда значительно снижается, что невыгодно). Существует определенная оптимальная интенсивность нагрузки, при которой утомление развивается медленнее всего.

Помимо величины нагрузки существует ряд дополнительных или способствующих развитию утомления факторов. Сами по себе они не ведут к развитию утомления, однако, сочетаясь с действием основного фактора, способствуют более раннему и выраженному наступлению утомления. Эти факторы можно разбить на три больших группы:

- 1) микроклимат;
- 2) использование техники;
- 3) нарушение режима труда и отдыха.

К первой группе относятся: пониженное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, повышенное содержание углекислого газа, высокая температура среды, повышенная влажность, изменение барометрического давления и т. п.

Наибольшим разнообразием характеризуется вторая группа. Среди причин, входящих в эту группу, следует назвать изменение состава воздуха – загрязненность его различными газами (например, продуктами неполного сгорания топлива и др.); действие механических сил ведущих к вибрации, тряске, ускорениям, воздействию электромагнитных колебаний, шумов и ультразвука, изменение освещенности, неудобство рабочей позы и многое другое.

Наконец к третьей группе относятся факторы, связанные в основном с нарушением режима труда и отдыха: недостаточность времени для восстановления сил после утомления, неправильное использование перерывов между работой, непродуманное планирование работы и отдыха (рисунок 20).

На развитие утомления сильно влияют эмоциональные факторы. Выраженность и время наступления утомления человека, его общего и специального физического развития и т. п.

Среди видов утомления следует специально указать на один специфический вид, возникающий при отсутствии деятельности. Оно довольно часто встречается в современном производстве у специалистов, деятельность которых связана с приемом нерегулярно и неожиданно поступающей информации,



Рисунок 20 – Регламентированные перерывы в эргономике

то есть работающих в режиме ожидания. Этот вид утомления занимает промежуточное место между общим и умственным утомлением. Чувство усталости у этих специалистов частично обусловлено статической рабочей позой, хотя в основном определяется развитием сенсорной напряженности.

Сказанное позволяет считать, что описанные фазы определяются сочетанием физических и информационных характеристик работы. Но существует еще одна специфическая форма изменения функционального состояния оператора, в меньшей степени связанная с физическими характеристиками. Это в основном реакция организма оператора на информационную структуру системы. Такая форма измененного функционального состояния называется специфической напряженностью.

Динамика работоспособности, динамика утомления являются неспецифическими проявлениями организма, общей реакцией на интенсивность и экстенсивность рабочей деятельности, в то время как состояние специфической напряженности зависит от структуры и содержания потока информации в СЧМ.

В связи с этим основным критерием оценки специфической напряженности, вернее, оценки характера реакции организма на информационную структуру рабочего класса процесса является критерий адекватности. Исследования были условно названы состоянием адекватной мобилизацией и состоянием динамического рассогласования.

Состояние адекватной мобилизации – это такое состояние оператора, которое является оптимальным или близким к оптимальному для данных условий работы человека, включенного в конкретную систему управления. Симптоматика и выраженность этого состояния зависят, прежде всего, от объема информации, ее плотности и экстенсивности, от семантической значимости

информации, характера кодирования, наличия шума, требуемых программ реализации принятой информации и особенностей управляемой системы. Чем больше требуемое состояние отличается от состояния оперативного покоя, тем больше выражена активная мобилизация.

Характерной чертой адекватной мобилизации является ее линейность, то есть наличие прямой зависимости от субъективной трудности выполняемой работы.

Первым шагом диагностики, или прогнозирования этого состояния является количественный анализ информационной модели рабочего процесса для выяснения, какой элемент этой деятельности в первую очередь определяет степень адекватной мобилизации. В большинстве случаев оперативной точкой для суждения служит положение найденных характеристик на шкале предельных возможностей человека.

Выявление ведущего элемента деятельности решает вопрос о том, какое свойство или свойства оператора определяют его выполнение, а состояние соответствующих функций и будет в первую очередь характеризовать степень адекватной мобилизации. Однако помимо этого изменяется и состояние связанных с ведущей функцией систем неспецифического обеспечения и регулирующих нервных образований. Поскольку состояние этих систем не отвлекает оператора от выполнения основных обязанностей, а сами показатели довольно тесно коррелируют с уровнем работы основной системы, то о степени напряженности судят именно по состоянию этих систем.

Состояние адекватной мобилизации характеризуется минимальным числом ошибок в работе и выбором оптимального алгоритма деятельности.

Может возникнуть вопрос: поскольку внешние признаки стадии адекватной мобилизации очень близки к той стадии работоспособности, которая была описана как фаза компенсации, то не является ли такое разделение искусственным? Конечно, эти состояния во многом сходны, однако два существенных обстоятельства позволяют их разделить. Во-первых, это связь состояния адекватной мобилизации только с информационной структуры работы: при увеличении трудности работы выраженность стадии увеличивается, при уменьшении ослабевает; фаза компенсации более устойчива и мало меняется при временных колебаниях интенсивности работы. Во-вторых, она не связана со временем работы и может быть одинаково выражена как в начале, так и в конце ее.

В тех случаях, когда предъявляемые к организму требования находятся на пределе его физиологических возможностей или превышают их, наблюдается переход состояния адекватной мобилизации в состояние динамического рассогласования. Однако динамическое рассогласование может возникнуть при не-большой информационной нагрузке, когда имеются различного рода эмоциональные сдвиги, особенно связанные с малым навыком в работе.

Состояние динамического рассогласования. При динамическом рассогласовании нарушается основная закономерность предыдущей стадии – уровень работы по восприятию информации не соответствует ожидаемому физио-

логическому состоянию. О таком состоянии свидетельствуют большие сдвиги вегетативных реакций, появление дополнительных реакций, в частности потоглавления, расширение сосудов кожи, нарушение мышечного баланса и др. Это состояние чрезвычайно важно для оценки работы специалиста, поскольку оно сопровождается выраженными нарушениями работоспособности и появлением большого числа ошибок, лишними действиями, увеличением времени работы, вплоть до отказа от работы или ее прекращения.

Обобщенный характер динамического рассогласования приводит к тому, что ошибки и неправильные действия наблюдаются даже тогда, когда оператор должен выполнять требуемые по ходу работы несложные для него действия, в ином состоянии выполняемые безотказно. На этом основании основан один из приемов оценки рассогласования, когда оператору по ходу работы предлагают выполнять ряд тестов возрастающей сложности, обычно хорошо выполняемых. Чем проще тест, при котором появилось затруднение или ошибка, тем глубже динамическое рассогласование.

Динамическое рассогласование является более устойчивым, когда операторы находились в состоянии адекватной мобилизации, ими производилось шесть цифр. В состоянии динамического рассогласования один из них мог запомнить только четыре цифры, а другой – лишь две.

Динамическое рассогласование является более устойчивым, чем адекватная мобилизация; уменьшение интенсивности нагрузки не приводит к ликвидации этого состояния и появлению адекватной мобилизации. Должно пройти известное время, прежде чем признаки рассогласования исчезнут.

6.4 Основные направления совершенствования эргономической организации рабочих мест

Техническое и организационное оснащение рабочих мест. Техническое оснащение это обеспечение рабочего места передовым оборудованием. Организационное оснащение это обеспечение мебелью, информационными средствами, сигнализацией и т. д.

Поддержание и техническое обслуживание оборудования. Планово-предупредительный ремонт оборудования осуществляется в соответствии с планом ремонта. Об уровне обслуживания оборудования можно сделать вывод путем оценки удельного веса времени полезной работы. Снабжение рабочих мест должно осуществляться ритмически. А метод снабжения: централизованный или децентрализованный зависит от производственного процесса, типа продукции, рабочего места (рисунок 21).

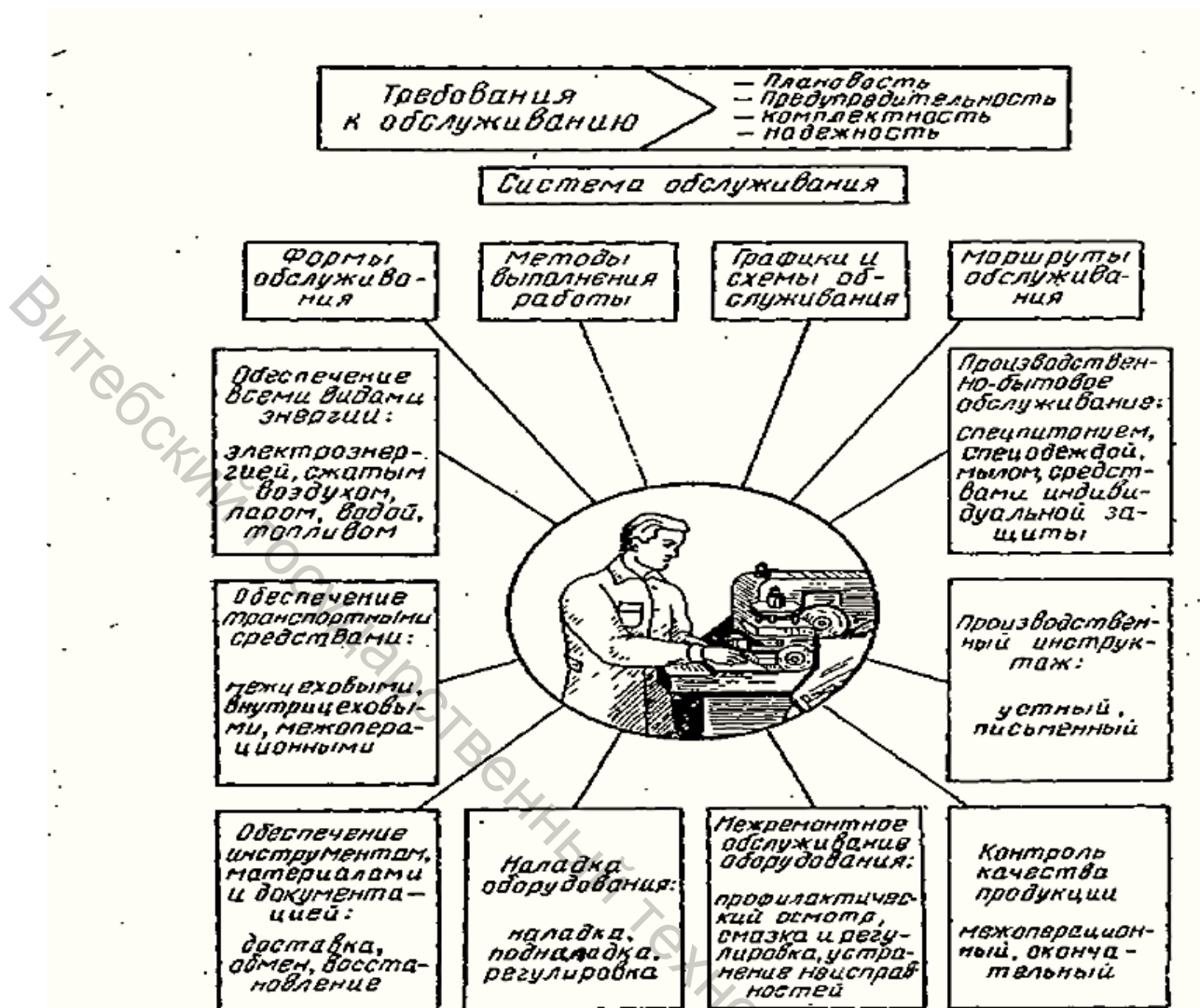


Рисунок 21 – Обслуживание рабочих мест

Планирование рабочих мест состоит в рациональном размещении оборудования таким образом, чтобы перемещения на рабочем месте были короткими по продолжительности и по расстоянию. Таким образом, будет осуществляться принцип экономии движения.

Оптимизация условий труда и окружающей среды.

Способ организации команд: индивидуальный или коллективный. Специализация и кооперация деятельности в команде.

Режим работы и отдыха. Разрабатывается норматив времени для отдыха посредством его распределения в форме микро-перерывов во время смены. Таким образом, можно поддерживать на удовлетворительном уровне производительность труда и работоспособность исполнителя.

Документирование и регистрация необходимых данных для проектирования нового рабочего места или выбора того рабочего места, которое нужно проанализировать. Регистрация данных, необходимых для изучения, – получение

ние информации касательно организации рабочего места (площадь, средства труда, рабочая сила, предмет труда и условия труда).

Своевременное детальное изучение существующей ситуации в процессе обсуждения. Необходимо выявить недостатки и предложить меры по улучшению.

Проектирование эргономической организации рабочего места состоит в проектировании новых вариантов на основе эргономических принципов и правил, из которых отбирается вариант с наибольшими преимуществами. На этом этапе существуют следующие операции: проектирование вариантов организации рабочего места, расчет экономической эффективности и выбор оптимального варианта. Разработка трудовых нормативов или норм, с целью определения затрат труда для реализации элементов трудового процесса.

С целью адаптации человеческого фактора его производственной деятельности при эргономическом проектировании рабочего места будут учитываться антропометрические размеры, которые варьируют от человека к человеку в зависимости от пола, географической зоны, режима.

Экономия движения, что позволит рабочему не затрачивать дополнительные усилия, удаление во времени ощущения усталости и поддержания на удовлетворительном уровне работоспособности. Одновременное осуществление деятельности по пассивному наблюдению за функционированием оборудования (процессов) и ручной деятельности. Одновременное осуществление ручных процессов двумя руками. Перемещения могут быть сокращены посредством правильного планирования рабочего места, соответствующее размещение оборудования позволит сократить расстояние для перемещения.

Аттестация организации рабочих мест. Оценка состояния эргономической организации рабочих мест на предприятии осуществляется посредством аттестации рабочих мест. Аттестация проводится ежегодно или раз в 3 года.

Рабочие места оцениваются согласно методологии выбранной руководством предприятия, а именно организационный уровень и качество трудовых норм. Оценивается эффективность использования рабочей силы, соответствие существующих условий эргономическим требованиям. Заполняется бланк в форме сертификата или карточки аттестации рабочих мест.

Предметы оценки при аттестации:

1) оснащение и обслуживание рабочего места (организационное и техническое оснащение, снабжение и т. д.);

2) планирование рабочего места и условия труда и окружающей среды (режим труда и отдыха, условия труда и т. д.);

3) специализация и кооперация труда (обслуживающая деятельность, совмещение профессий, индивидуальная или коллективная форма организации рабочего места, обслуживание нескольких единиц оборудования);

4) нормирование труда (методы разработки норм, изучение и актуализация норм, интенсивность норм, интегральный коэффициент качества трудовых норм).

Соответствие существующих условий требованиям оценивается путем присвоения каждой характеристике определенного балла.

Накопление определенного количества баллов определяет аттестацию или не аттестацию рабочих мест.

В случае не аттестации рабочего места разрабатывается комплекс мероприятий, которые будут способствовать совершенствованию организации данного рабочего места, назначается ответственный и период исполнения. После определенного периода времени рабочее место опять необходимо аттестовать.

Предложенный метод не является единственным, любая организация может применять различные методы аттестации рабочих мест или обратиться к внешним специализированным организациям.

Практические советы по совершенствованию организации рабочих мест.

На рабочей поверхности должны быть только те материалы и инструменты, которые используются в данный день. Должно существовать постоянное место для всех материалов. Часто используемые материалы и инструменты будут размещаться ближе, реже используемые – дальше от места использования. Коробки и контейнеры, движущиеся посредством гравитации, должны подносить материалы ближе к месту использования. Должны обеспечиваться условия для удовлетворительной освещенности, используя местное освещение. Высота рабочего места и стула должны позволять совмещение положений стоя и сидя. Должно быть сокращено к минимуму количество и разнообразие используемого оборудования и инструментов. Каждый рабочий должен быть обеспечен необходимой мебелью, спроектированной с эргономической точки зрения.

РЕФЕРАТЫ И ВОПРОСЫ К ОБСУЖДЕНИЮ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

1. История возникновения и развития дисциплин по учёту человеческого фактора.
2. Концепции деятельности человека в человеко-машинных системах.
3. Методы исследований в инженерной психологии и эргономике.
4. Основные определения и место инженерной психологии и эргономики в системе научного знания и эргономики.
5. Основные понятия инженерной психологии и эргономики.
6. Основные признаки оптимальной рабочей зоны.
7. Основные принципы оптимизации рабочего пространства.
8. Особенности системы эргономического обеспечения разработки и эксплуатации систем «человек – машина».
9. Понятия «рабочее место» и «рабочее пространство».
10. Предмет, задачи и методы инженерной психологии и эргономики.
11. Принципы эргономического обеспечения разработки человеко-машинных систем.

12. Проектирование средств отображения информации.
13. Психологические аспекты эксплуатации человеко-машинных систем.
14. Система «человек – машина», информационная модель, концептуальная модель.
15. Система эргономического обеспечения разработки и эксплуатации эрготехнических сред.
16. Системный подход, особенности его применения при проектировании информационных моделей и сред.
17. Типы систем «человек – машина».
18. Хранение и переработка информации человеком, принятие решений и познавательные процессы.
19. Этапы и последовательность эргономического обеспечения.
20. Эффективность системы «человек – машина», пути ее повышения.
21. Юзабилити.
22. Антропометрические и биомеханические характеристики оператора.
23. Виды операторской деятельности.
24. Групповая деятельность операторов.
25. Механизмы регуляции деятельности человека.
26. Надёжность оператора и системы «человек – машина».
27. Оптимизация рабочего места оператора.
28. Организация рабочего места оператора.
29. Приём и первичная обработка информации оператором.
30. Проектирование органов управления.
31. Проектирование органов управления.
32. Психологическая характеристика управляющих действий.
33. Рабочие движения оператора. Сенсомоторная регуляция.
34. Распределение функций между человеком и машиной.
35. Факторы, влияющие на операторскую деятельность.
36. Эмоции в регуляции деятельности.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ»

1. Понятие, сущность и основные направления эргономики.
2. Роль эргономики в обеспечении безопасности труда.
3. Основные требования, предъявляемые эргономикой.
4. Предмет, задачи, цели и структура эргономики.
5. Связь эргономики с другими науками и областями ее использования.
6. Современное развитие эргономики.
7. Система «человек – машина – среда» (СМЧС): состав и общая характеристика.
8. Классификация СЧМС.
9. Деятельность человека-оператора в СЧМС.

10. Функциональные характеристики человека и машины.
11. Основные критерии оценки работы СЧМС.
12. Изучение и дальнейшего развития СЧМС.
13. Взаимодействие человека и орудий труда.
14. Антропометрические и физиологические требования к орудиям труда и рабочему месту.
15. Эргономические требования к рабочему месту.
16. Эргономические параметры рабочего места.
17. Основные эргономические требования при проектировании рабочих мест.
18. Роль технической эстетики и культуры производственного процесса в повышении безопасности труда.
19. Эргономика и техническая эстетика.
20. Производственная эстетика.
21. Требования к эргономике и технической эстетике.
22. Психофизиологическая сущность и структура трудовой деятельности.
23. Основные этапы трудовой деятельности при решении технологической задачи в системе «человек – машина».
24. Факторы трудовой деятельности, влияющие на условия труда.
25. Основные направления совершенствования эргономической организации рабочих мест.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адамчук, В. В. Эргономика : учебное пособие для вузов / под ред. В. В. Адамчука. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999.
2. Вайнштейн, Л. А. Эргономика : курс лекций / Л. А. Вайнштейн. – Минск, БГУ, 2009. – 215 с.
3. Громов, Ф. А. Эргономика : учебное пособие / Ф. А. Громов. – Ленинград : ЛФЭИ, 1989.
4. Душков, Б. А. Основы инженерной психологии : учебник для студентов вузов / Б. А. Душков, А. В. Королев, Б. А. Смирнов. – Москва : Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002. – 576 с.
5. Дружинин, В. Н. Психология : учебник для техн. вузов / под общ. ред. В. Н. Дружинина. – Санкт-Петербург : Питер, 2000.
6. Душков, Б. А. Лабораторный практикум по основам инженерной психологии / под ред. Б. А. Душкова. – Москва, 1983.
7. Зинченко, В. П. Основы эргономики : учебное пособие / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – Москва : МГУ, 1979.
8. Кавецкий, И. Т. Инженерная психология и психология труда : учебно-методический комплекс / авт. сост. И. Т. Кавецкий, Т. В. Рыжковская. – 2-е изд., стер. – Минск : Изд-во МИУ, 2010. – 176 с.
9. Климов, Е. А. Введение в психологию труда : учебное пособие / Е. А. Климов. – Москва : 1998.
10. Мунипов, В. М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды : учебник / В. М. Мунипов. – Москва, 2001.

Учебное издание

Сысоев Иван Павлович

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Курс лекций

Редактор *Данилевич Т.А.*
Технический редактор *Н.В. Красева*
Корректор *Е.М. Богачёва*
Компьютерная верстка *И.П. Сысоев*

Подписано к печати 04.01.17. Формат 60х90 1/16. Уч.-изд. листов 5,3
Усл. печ. листов 2,75 Тираж 30 экз. Зак. № 6

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12.02.2014.