

Тема 1. Предмет, содержание и задачи курса «Эргономика»

1. Роль и значение автоматизации производства для развития человека и общества
2. Предмет и объект курса
3. Цели, задачи и методы изучения курса
4. Место курса в системе научных дисциплин и его связь с другими науками

1. Роль и значение автоматизации производства для развития человека и общества

По мере перехода к комплексной автоматизации производства возрастает роль человека как субъекта труда и управления. Человек несет ответственность за эффективную работу всей технической системы и допущенная им ошибка может привести в некоторых случаях к очень тяжелым последствиям.

Изучение и проектирование таких систем создали необходимые предпосылки для объединения технических дисциплин и наук о человеке и его трудовой деятельности, обусловили появление новых исследовательских задач. Во-первых, это задачи, связанные с описанием характеристик человека как компонента автоматизированной системы. Речь идет о процессах восприятия информации, памяти, принятия решений, исследованиях движений и других эффекторных процессах, проблемах мотивации, готовности к деятельности, стресса, коллективной деятельности операторов. С точки зрения обеспечения эффективности деятельности человека важное значение имеют такие факторы, как утомление, монотонность операций, перцептивная и интеллектуальная нагрузка, условия работы, физические факторы окружающей среды, биомеханические и физиологические факторы. Во-вторых, это задачи проектирования новых средств деятельности, относящихся преимущественно к обеспечению взаимодействия человека и машины. К таким средствам относят визуальные и слуховые индикаторы, органы управления, специальные входные системы ЭВМ, новые инструменты и приборы. В-третьих, это задачи системного характера, связанные с распределением функций между оператором и машиной, с организацией рабочего процесса, а также задачи подготовки, тренировки и отбора операторов.

Обобщения требований к предметной среде и ее оптимизации со временем привели человечество к выработке неких обобщенных критериев и требований, ставших основой науки о труде – эргономики.

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.

Можно сказать, что эргономика началась еще в древности с первых попыток людей улучшить орудия труда или условия жизни. Одно из самых ранних применений эргономика нашла в промышленности. До этого людям приходилось приспосабливаться к машинам и рабочим местам, что не всегда обеспечивало безопасность или эффективность работы. Применение эргономического подхода позволило планировать трудовой процесс и рабочее место так, что выполнение производственных заданий стало безопасным и удобным для большинства работающих.

Предпосылками возникновения и развития эргономики послужили проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией новой техники и технологии на современном этапе научно-технической революции и оказавшиеся не разрешимыми средствами только технических и медицинских наук. Необходимо было согласовать рекомендации психологии, физиологии, гигиены труда, дизайна и объединить их в общую систему требований к содержанию и характеру труда в системе "человек - машина - окружающая среда". На основе теории и методологии такого объединения и возникла эргономика.

2. Предмет и объект курса

«Эргономика» - это научная дисциплина, изучающая трудовые процессы с целью оптимизации орудий и условий труда для повышения его производительности и качества; по многим аспектам тесно соприкасается с физиологией и гигиеной труда.

Это дисциплина, комплексно изучающая антропометрические, биомеханические, психофизиологические и психологические аспекты взаимодействия человека с техническими средствами, предметом деятельности и средой с целью придания системе человек-машина-среда таких свойств, которые обеспечивают наиболее эффективное функционирование.

Целью эргономики является совершенствование орудий труда и других объектов для облегчения работы, выполняемой человеком, иными словами - это обеспечение эффективности, безопасности и комфортности

рабочего процесса, то есть создание таких условий работы, которые способствуют снижению утомляемости человека и сохранению его здоровья.

Эргономика (от др.-греч. ἔργον (ergon) — работа, труд и νόμος (nomos) — закон, правило) — в традиционном понимании — это наука о приспособлении должностных обязанностей, рабочих мест, предметов и объектов труда, а также компьютерных программ для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человеческого организма.

Войтех Ястшембовский, впервые предложивший термин «эргономика» в 1857 г., имел в виду науку о труде, основанную на закономерностях науки о природе. Такой же смысл В. Н. Мясищев вкладывал в понятие «эргология», а В. М. Бехтерев - в содержание науки «эргонология». Авторы проектов этих новых даже для 20-х годов XX столетия научных дисциплин указывали на то, что трудовая деятельность не изучается в целом ни одной из существующих наук, не уместается в рамки ни одного из существующих предметов, несмотря на свою крайнюю важность.

Приведем взгляды ряда зарубежных авторов на эргономическую науку:

Фогель определяет эргономию как междисциплинарную науку, занимающуюся проблемой взаимодействия человека и машины;

Марелл определяет ее как научное изучение отношений между человеком и средой; понятие *среда* он использует в более широком смысле, т.е. машины, инструменты, организацию труда и т.д.

Вудсон видит в эргономии возможность конструирования и создания средств достижения более высокой производительности труда, снижения ошибок при их использовании, достижения комфорта и снижения усталости.

Оксала считает эргономию областью прикладных исследований, в которых знание анатомии и физиологии человека и технологии помогает преобразованию производственных процессов и методов труда, производственного оборудования и условий труда, с тем чтобы они отвечали основным законам человеческого организма и поведения, устраняли чрезмерную нагрузку и возможность травм, а также непродуктивную деятельность организма и повышали производительность труда человека.

Российские авторы:

Мунипов определяет эргономию как науку, комплексно изучающую возможности и особенности человека в трудовых процессах с целью создания оптимальных орудий, условий и процессов труда для человека.

Терещенко видит в эргономии науку, целью которой является определение оптимальных системы человек - машина с использованием совре-

менных достижений в области биологии, физиологии, анатомии, психологии и технических наук.

В современной практике получили распространение два термина: *эргономия* - наука об отношениях между человеком, производственной средой и средствами производства; *эргономика* - совокупность требований, предъявляемых к преобразованию труда, производственной среды и средств производства.

Термин «эргономика» был принят в Великобритании в 1949 году, когда группа английских учёных положила начало организации Эргономического исследовательского общества. В СССР в 20-е годы предлагалось название «эргология». В некоторых странах эта научная дисциплина имеет иные названия: в США - "исследование человеческих факторов" (Human Factors (HF) - американское название европейской Ergonomics), в ФРГ - "антропотехника", но в настоящее время наибольшее распространение получил английский термин.

Более широкое определение эргономики, принятое в 2010 году Международной Ассоциацией Эргономики (IEA), звучит так: «Научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы».

В настоящее время под эргономикой понимается научно-практическая дисциплина, предметом которой является система «человек – техническое (или информационное) средство деятельности – предмет деятельности – окружающая среда». Ее называют либо «система человек-машина» (СЧМ), либо «эргатическая система». Научная составляющая этой дисциплины заключается в изучении закономерностей взаимодействия человека с другими элементами системы. Практическая составляющая заключается в проектировании содержания и организации (алгоритмов) деятельности человека, средств взаимодействия его с техническим устройством (состав и вид информации, характеристики органов управления и т.д.) и параметров окружающей человека среды, а также способов поддержания работоспособности человека.

«Эргономика» - это научно-прикладная дисциплина, комплексно изучающая трудовые процессы с целью оптимизации орудий и условий труда для повышения его производительности и качества; а так же антропометрические, биомеханические, психофизиологические и психологические аспекты взаимодействия человека с техническими средствами и окружающей средой с целью придания системе человек-

машина-среда таких свойств, которые обеспечивают ее наиболее эффективное функционирование.

Эргономика - отрасль науки, которая изучает функциональные возможности человека (группы людей) в конкретных условиях его (их) деятельности, движение человеческого тела во время работы, затраты энергии, производительность и интенсивность конкретного труда. Область применения эргономики довольно широка: 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.

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.

Объектом изучения является трудовая деятельность. Эргономический подход к изучению трудовой деятельности не дублирует исследований, проводимых в сфере психологии, физиологии и гигиены труда, но опирается на них и дополняет их.

Комплексный подход, характерный для эргономики, позволяет получить всестороннее представление о трудовом процессе и тем самым открывает широкие возможности его совершенствования. Именно эта сторона эргономических исследований представляет особую ценность для научной организации труда, при которой практическому внедрению конкретных мероприятий предшествует тщательный научный анализ трудовых процессов и условий их выполнения, а сами практические меры базируются на достижениях современной науки и передовой практики.

Предметом исследования выступает система "человек - машина - производственная среда", в т. ч. и т. н. эргатические системы; т.е. оптимальное приспособление орудий труда к физиологическим особенностям человека, а так же воздействие на человека различных психологических, биомеханических и физиологических факторов, а также влияние окружающей среды.

Под эргатической системой понимается взаимодействие субъекта и объекта труда, а в более развернутом виде - это система "человек - машина - среда - социум - культура- природа".

Эргатическая система - это сложная система управления, составной элемент которой - человек-оператор (или группа операторов). Основными особенностями таких систем являются социально-психологические аспекты. Эргатические системы обладают рядом преимуществ, таких как фазы-логика, эволюционирование, принятие решений в нестандартных ситуациях.

На первом этапе исследований целью оптимизации эргатической системы считалось приспособление человека к техническому устройству.

На втором этапе идет приспособление технического устройства к человеку, его психологическим, физиологическим, антропометрическим и другим характеристикам.

Для третьего этапа характерно рассмотрение эргатической системы с позиций анализа человеческого фактора как ее совокупного интегрального качества. При этом не человек рассматривается как рядовое звено, включенное в техническую систему, а техническое устройство — как средство, включенное в деятельность человека-оператора.

На сегодняшний день эргатические системы широко распространены. Примером таких систем являются: система управления блоком станции, система управления самолетом, диспетчерская служба аэропорта, вокзала. Эргатические системы нашли своё применение на объектах, где вмешательство оператора в работу объекта является на сегодняшний день необходимым условием обеспечения надежной работы данных объектов.

Неслучайно поэтому эргатические системы являются составной частью системы «человек – машина – среда» и выступают объектом исследования эргономики.

3. Цели, задачи и методы изучения курса

В курсе «Эргономика» рассматриваются вопросы функциональных возможностей человека в различных процессах, выявляются закономерности создания оптимальных условий высокоэффективной жизнедеятельности и, в первую очередь, высокопроизводительного труда.

Целью эргономики является изучение закономерностей трудовых процессов, роли человеческого фактора в трудовой деятельности, совершенствование технико-технологических средств, повышение эффективности системы "человек - техника - среда" и при соблюдении безопасности и комфортности труда, создании условий, способствующих снижению утомляемости человека, сохранению его здоровья, всестороннему развитию личности в процессе труда.

Эта общая цель эргономики формулируется как единство трёх аспектов исследования и проектирования:

1. Удобство, безопасность и комфортные условия эффективной деятельности человека. Ведь в соответствии с трудовым правом охрана труда гарантирована совокупностью правовых норм, устанавливающих систему мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда. К системе техники безопасности относятся службы техники безопасности и производственной санитарии во всех отраслях народного хозяйства;

2. Эффективное функционирование системы «человек – машина», что свидетельствует о способности этой системы достигать поставленной цели в заданных условиях и с определенным качеством. Снижение эффективности системы "человек - техника - среда" свидетельствует в первую очередь о том, что она не в полной мере выполняет свое назначение. В этом случае ее производительность и качество производимого продукта оказываются ниже расчетных, а материальные, энергетические и психические затраты на обеспечение ее функционирования — выше запланированных;

3. Сохранение здоровья и развития личности. Основным путем достижения этой цели служит постепенное органическое соединение физического и умственного труда в производственной деятельности. Оно включает:

- последовательное повышение содержательности труда всех профилей, повышение его интеллектуальной насыщенности на основе совершенствования техники и технологии;

- повышение общеобразовательной и профессиональной подготовки работников;

- вовлечение трудящихся с учетом их знаний, интересов и склонностей в управление производством, общественными делами; создание оптимальных условий для сочетания профессионального труда с техническим творчеством в производственной и непроизводственной обстановке. На достижение этой цели существенно влияет автоматизация производства.

В соответствии с этими целями эргономика призвана решать целый ряд разнообразных задач. Существуют два основных подхода к их решению. Первый, прежде всего, рассчитан на повышение эффективности труда, а значит, нацелен на приспособление человека к условиям работы. Второй – на создание комфортных условий для работы, а значит, на приспособление работы к человеку. Как правило, эти подходы сосуществуют, но одному из них уделяется большее, другому меньшее внимание.

В целом можно сформулировать семь теоретических задач эргономики:

1. Разработка теоретических основ проектирования деятельности человека-оператора с учетом специфики эксплуатации им технических систем

и окружающей среды. Иными словами, разработка специфических категорий эргономики, которые отражают специфику предмета, содержания и методов.

2. Исследование закономерностей взаимодействия человека с техническими системами и окружающей средой, определяющих качество его деятельности, т.е. поиск и описание связи между трудом человека и эргономическими параметрами технических систем и внешней средой.

3. Формулирование принципов создания СЧТС и алгоритмов деятельности в ней человека-оператора, т.е. разработка теоретических основ проектирования деятельности человека-оператора с учетом особенностей технических систем.

4. Выдвижение и проверка гипотез о перспективах развития труда человека и связанных с ним технических систем, факторов внешней среды.

5. Создание методов исследования, проектирования и эксплуатации СЧТС, обеспечивающих ее безопасность, эффективность и удовлетворенность трудом работающего в ней человека.

6. Разработка специфических категорий эргономики, отражающих особенности ее предмета, содержания и метода.

7. Поиск, обнаружение и описание фактов, демонстрирующих связь качества труда человека с эргономическими параметрами технических систем и внешней среды.

В свою очередь целью изучения учебного курса «Эргономика» является освоение студентами теоретических знаний, методических и практических подходов в области гуманизации труда и повышения его эффективности, изучение информации об опасных факторах технологических процессов, производств и методах их оптимизации в соответствии с действующими правилами и нормами.

Основная задача курса состоит в том, чтобы научить студентов функциональным возможностям и способностям человека в процессе производства, методам и организации рабочей деятельности, которые делают работу человека высокопродуктивной, которые ведут к всестороннему духовному и физическому развитию, а также обеспечивают комфорт и безопасность рабочего места. Наряду с ней, ставятся задачи изучить:

- антропометрические характеристики человека
- опасные и вредные производственные факторы
- способы снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов
- оптимизацию условий, орудий и процесса труда
- требования к проектированию рабочего места.

Для этого необходимо уметь пользоваться методами эргономических исследований (организационными, эмпирическими, количественной и качественной обработки данных, способами интерпретации экспериментальных данных; психофизиологическими и методами электрофизиологии), составлять профессиограммы.

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.

Методологической базой эргономики является теория систем, которая позволяет получить всестороннее представление о производственном процессе и предлагает пути его совершенствования, что включает учет склонностей, характера каждого работника, удовлетворенности трудом, что, несомненно, отражается на эффективности и качестве труда. Таким образом, при изложении курса используется системный подход, позволяющий более полно определить опасные и вредные производственные факторы, способы их снижения и оптимизации условий, орудий и процесса труда.

Среди психологических методов различают инженерно-психологические, психофизиологические и персонологические, математические методы и методы моделирования.

Инженерно-психологические методы предназначены для исследования рабочего процесса и работы оператора, функционирования СЧТС, оценки деятельности оператора, анализа его ошибок и факторов внешней среды, для проектирования деятельности.

Психофизиологические и персонологические методы позволяют исследовать организацию психофизиологических функций организма человека-оператора в процессе деятельности, оценивать и контролировать его функциональное состояние, работоспособность, надежность и эффективность деятельности, особенности проявлений его личности и индивидуальности. С помощью этих методов исследователи пытаются понять, каким образом мозгу удается скоординировать все сложнейшие процессы, лежащие в основе управляющих действий оператора и необходимые для поддержания его жизнедеятельности и развития личности.

Математические методы применяются для формализованного описания и построения моделей деятельности оператора. Наиболее часто для построения моделей применяют следующие теории: информации, массового обслуживания, автоматического управления, автоматов, статистических решений.

Методы моделирования включают предметное, предметно-математическое, знаковое и математическое моделирование.

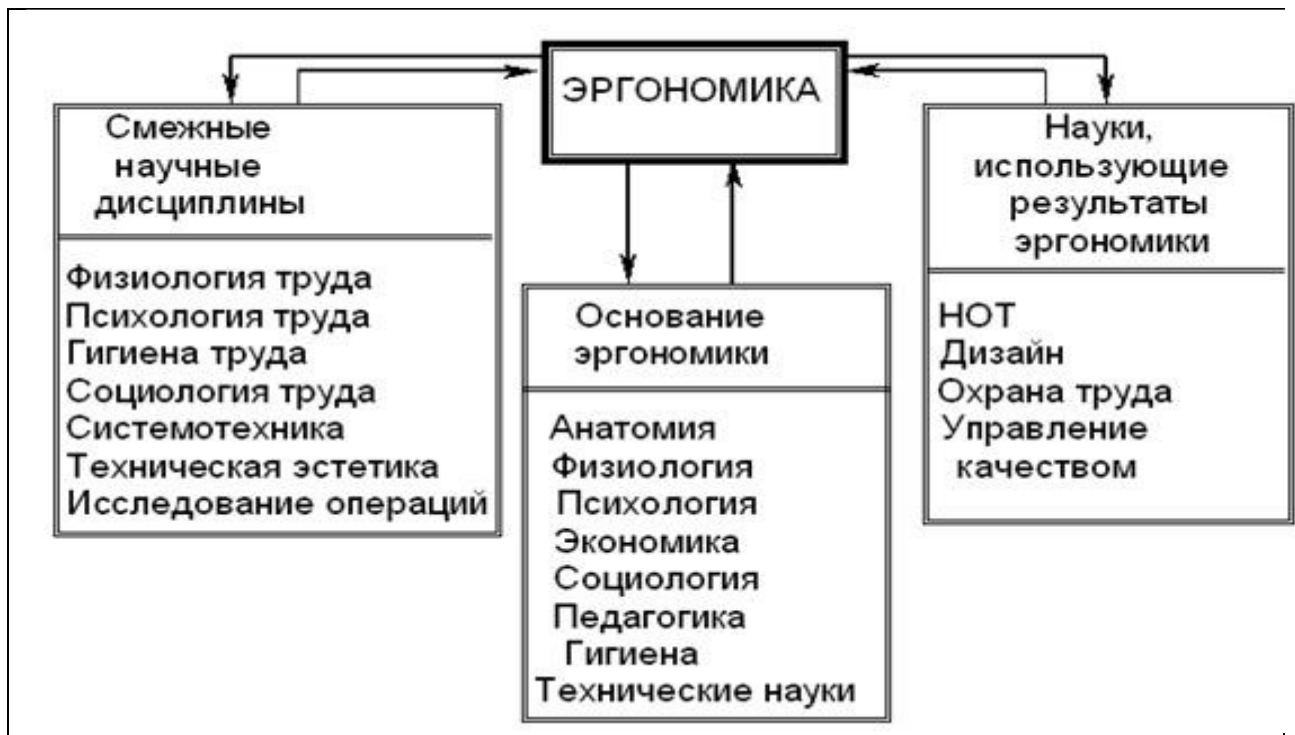
4. Место курса в системе научных дисциплин и его связь с другими науками

Эргономика пользуется результатами всех исследований и является дисциплиной одновременно научной и проектировочной, так как в ее задачу входит разработка методов учета человеческих факторов при создании новой техники и при модернизации действующей.

Возникновение эргономики – это процесс взаимопроникновения нескольких наук, при котором и осуществляется междисциплинарный комплексный подход к изучению трудовой деятельности.

Следует выделить междисциплинарные связи эргономики с группами общественных, естественных и технических наук. Взаимосвязь с общественными дисциплинами проявляется в том, что в основе теоретических положений эргономики лежит представление о труде как особой фундаментальной сфере человеческой деятельности, понимание того, что она не сводится к совокупности чисто механических операций, а представляет собой форму реализации и развития способностей индивида как личности. С естественнонаучными дисциплинами эргономика связана учетом физиологических, биофизических, биомеханических, психологических закономерностей трудовой деятельности. Взаимосвязь эргономики с техническими науками обусловлена тем, что она возникла на базе современной техники и тех разнообразных требований, которые технические средства предъявляют к взаимодействующему с ними человеку.

Схема 1. Взаимосвязь эргономики с другими учебными дисциплинами



Таким образом, курс «Эргономика» базируется на таких дисциплинах, как «Охрана труда», «Физиология труда», «Психология труда», «Гигиена труда» и др. Ведь эргономика так или иначе связана со всеми науками, предметом исследования которых является человек как субъект труда, познания и общения. Ближайшей для неё 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. Она 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 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. Эргономика не может эффективно решать стоящие перед ней задачи вне тесных связей с промышленной социологией и социальной психологией и другими общественными науками. Вне этих связей эргономика не может ни полноценно развиваться, ни правильно прогнозировать социальный эффект от внедрения разрабатываемых ею рекомендаций. Данная группа наук в определенном отношении опосредствует взаимосвязь эргономики с экономикой.

Эргономика решает также ряд проблем, поставленных в системотехнике: оценка надежности, точности и стабильности работы оператора, исследование влияния психологической напряженности, утомления, эмоциональных факторов и особенностей нервно-психической организации оператора на эффективность его деятельности в системе "человек-машина", изучение приспособительных и творческих возможностей человека. В практическом отношении проблема взаимоотношения эргономики и системотехники - это проблема организации всестороннего и профессионального учета эргономических факторов на различных этапах создания систем (проектирования, изготовления, испытаний, внедрения) и их эксплуатации.

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

1. Инженерная психология
2. Психология труда, теория групповой деятельности, когнитивная психология
3. Конструирование
4. Гигиена труда и охрана труда, научная организация труда
5. Антропология, антропометрия
6. Медицина труда, анатомия и физиология человека
7. Теория проектирования
8. Теория управления

Тема 2. Возникновение и развитие эргономики

1. Основные предпосылки возникновения эргономики как науки
2. Формирование науки и основные периоды ее развития
3. Эволюция исследований в области эргономики
4. Область современных исследований эргономики

1. Основные предпосылки возникновения экономики как науки

Как комплексная наука эргономика возникла в 1920-х годах в связи со значительным усложнением техники, которой должен управлять человек в процессе своей трудовой деятельности.

С развитием технического прогресса возникла проблема, как согласовать использование все усложняющейся техники с физическими и психологическими возможностями людей. Первые исследования в этой области были проведены в 20-ых годах 20 века в наиболее технически развитых странах – прежде всего, в Англии, США и Японии.

С середины 50-х гг. эргономика интенсивно развивается во многих странах мира: создана Международная эргономическая ассоциация (1961), в которой представлено свыше 30 стран; раз в 3 года проводятся международные конгрессы по эргономике. Международной организацией по стандартизации образован технический комитет «Эргономика». В Великобритании с 1957 издается журнал «Ergonomics», ставший официальным органом Международной эргономической ассоциации, а также журналы «Applied Ergonomics» (с 1969) и «Ergonomics Abstracts» (с 1969); журналы эргономического профиля издаются также в Болгарии, Венгрии, США, Франции.

Возникновению эргономики способствовали проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией новой техники и технологий в XX в., а именно рост травматизма на производстве, текучесть кадров и т. д., так как научно-технический прогресс начал набирать обороты, и это требовало нового объединения наук.

Выделяют несколько причин возникновения эргономики:

1) в конце XIX века началось активное образование крупного капиталистического производства: на смену сложному человеческому труду приходит простой машинный труд, т.е. человек выполняет вспомогательные операции для обслуживания машины. Ф.Тейлор (1856-1915) одним из первых начал исследование простого машинного труда. Он обосновал необходимость разделения трудовых функций работников на элементарные операции и стандартизированные движения. Рабочий рассматривался как элемент технологической системы производства, но не во взаимосвязи с элементами в системе “человек-машина”. Реализуется концепция инженерного проектирования методов работы;

2) в конце XIX и начале XX века большое внимание уделяется условиям работы. В Англии, Германии, США и других развитых странах организуются специальные гигиенические и физиологические лаборатории и институты, изучающие влияние на организм человека трудовых процессов и окружающей его производственной среды. На основе результатов

исследований трудовой деятельности человека возникает ряд дисциплин (биомеханика, психология, физиология труда и др.), которые решают задачи приспособления человека к машине, т.е. выявляются те особенности человека, которые следует учитывать при создании машины, чтобы он мог обслуживать её. Академиком В.М.Бехтеревым в 1921 году на первой Всероссийской инициативной конференции предлагается новый подход к организации труда: максимальная производительность при максимальной сохранности здоровья и гарантии всестороннего развития личности. Психологом В.Н.Мясищевым было предложено создать новую научную дисциплину – *эргологию* (учение о работе человека). До этого ни одна дисциплина не изучала трудовую деятельность человека в целом. Необходимость обработки большого числа сложных, а иногда и противоречивых требований, создание оптимальных условий труда, научный подход к изучению являются важнейшими предпосылками к возникновению этой научной дисциплины. И хотя эргология в те годы так и не оформилась в самостоятельное научное направление, были определены её цели и задачи, намечены основные её проблемы и организационные формы исследований, выполнены первые прикладные работы;

3) стремительный рывок прогресса 40 годов XX века, т.е. периода начала II Мировой войны связан с тем, что в срочном порядке создавались новые виды военной техники и оружия, которые, поступая на вооружение армии, предъявляли к обслуживающему персоналу требования, превосходящие психофизиологические возможности человека. Поэтому первоочередной стала проблема приспособить “работу к человеку”, т.е. спроектировать такое оборудование, которое бы учитывало границы человеческих возможностей. В 1949 году в Англии группой ученых было дано название новой научной дисциплине - *эргономика*. Ими было организовано Эргономическое исследовательское общество, которое занималось междисциплинарными исследованиями, направленными на выявление оптимальных условий деятельности человека;

4) современная научно-техническая революция произвела коренные, качественные изменения в производительных силах как целостной системе, включающей три основных компонента: средства труда, предмет труда и целесообразную деятельность человека. Изменения происходят непосредственно в сфере трудовой деятельности. Характер и содержание труда меняется: снижается объем физических нагрузок, работа приобретает характер преимущественно умственной деятельности. Повышаются требования к квалификации кадров, увеличивается доля высокоспециализированных специалистов в обслуживании автоматической

техники и технологии. За человеком остаются функции наблюдения и контроля.

2. *Формирование науки и основные периоды ее развития*

Основоположником современной эргономики является польский учёный Войцех Богумил Ястшембовский (1799-1882). Термин “ergonomji” (эргономия) был использован впервые в 1857 году в его работе “План эргономики, т.е. науки, основанной на истинах, взятых из естественных наук”.

В России идеи эргономики сформировались в конце 19 в. в связи с исследованиями И.М.Сеченова, В.М.Бехтерева, В.Н.Мясищева. Советские ученые Н.А.Бернштейн, С.Г.Геллерштейн, Н.М.Добротворский, Н.В.Зимкин, Н.А.Эппле и др. в 1920–1930-х одними из первых в мировой практике осуществили прикладные работы в этой области.

Второе рождение эргономики в России произошло в начале 1960-х. В эти годы в мире стали образовываться национальные эргономические ассоциации и общества. В 1961 была создана Международная эргономическая ассоциация – International Ergonomic Association (IEA).

В 1974 году вышла в свет книга В. П. Зинченко и В. М. Мунипова «Введение в эргономику», заложившая теоретическую базу и методологию развития эргономики в стране. Была создана система нормативно-технических документов по различным аспектам дизайна и эргономики, включая системы основополагающих стандартов технической эстетики и эргономики, методические указания и рекомендации, методики, ГОСТы и руководящие документы по выбору потребительских показателей качества, их анализу и оценке, экспертизе потребительских свойств изделий, а также методам исследования функциональных, эргономических и эстетических свойств товаров; эргономические нормы и стандарты, регламентирующие основные характеристики человека (антропометрические, сенсорные, моторные и др.), эргономические требования к техническим средствам, процессам, промышленным изделиям и системам, показатели воздействующих на человека физических, химических и биологических факторов окружающей среды, методы эргономической оценки качества изделий культурно-бытового назначения; системы стандартов в области технической эстетики и эргономики, включающих требования эргономики к производственному оборудованию, рабочим местам и рабочей мебели, требования к средствам и органам управления, антропометрические стандарты и методики оценки эргономического уровня промышленной продукции и технологических процессов.

Британский специалист по эргономике Брайан Шейкл характеризует основные периоды развития эргономики по десятилетиям:

1950-е - военная эргономика
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.

3. Эволюция исследований в области эргономики

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 численности людей, работающих на компьютеризированных рабочих местах.

Особенностью становления эргономики в нашей стране было ее «вырастание» из инженерной психологии. От решения вопросов, связанных с учетом при создании технических устройств и условий работы с ними лишь психической сферы человека, был сделан переход к целостному учету всех свойств, свойственных человеку, – морфологических, физиологических, психологических и социокультурных.

Известно, что об эргономике говорят как о науке, направленной на оптимизацию процесса труда путем благотворного изменения его орудий и условий. Действительно, разработки в этой сфере производились с начала прошлого века лишь в направлении повышения эффективности производственных процессов. Так, российская наука долгое время главную задачу эргономики видела в рационализации выполнения работ и повышении эффективности труда. В большинстве нормативных документов, принятых в СССР, стандартах, санитарных правилах, правилах по охране труда и т.д., понятия «техническая безопасность» и «эргономика» использовались как синонимы. Но со временем стало очевидно, что игнорировать человеческий фактор при проектировании машин и организации условий труда не только невыгодно, но и опасно. Так, например, по заключению экспертов, не последнюю роль в чернобыльской катастрофе сыграло то, что, «существенный параметр, свидетельствующий о состоянии ядра, то есть

число стержней контрольной и защитной систем в ядре, отображался на контрольной панели Чернобыля-4 в виде, не подходящем для восприятия и понимания».

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

3. Организационная эргономика рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией социо-технических 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.

Новая эпоха с её обращением к человеческой индивидуальности диктует более широкое понимание значения этой науки. И сегодня эргономика стремится охватить все сферы жизнедеятельности человека.

4. Область современных исследований эргономики

Эргономика занимается всеми видами деятельности человека – не только трудовыми, но и бытовыми, игровыми и т.д. В ее сферу входят как любые технические изделия, предназначенные для использования или управления человеком, так и машины, инструменты, оборудование и оснастка рабочих мест, с помощью которых человек изготавливает эти изделия или (и) программные средства. Различают «микроэргономику», которая занимается отдельными техническими устройствами, и «макроэргономику», объектом которой являются сложные организационно-технические системы.

Особым направлением является «эргодизайн» как проектная деятельность, основанная на органичной связи эргономики и технической эстетики. Современный промышленный дизайн, по существу, является именно эргодизайном, поскольку без эргономического проектирования можно

создать красивое изделие, но без гарантии безопасности, эффективности и удобства при его использовании.

За годы существования эргономики как дисциплины менялись ее приоритеты, появлялись новые специфические направления, основные усилия специалистов всегда концентрировались на наиболее актуальных задачах развития науки и проблемах проектирования новых изделий и технологий. Основной задачей эргономики являлось и является обеспечение эффективного и безопасного взаимодействия человека со средствами труда и производственной средой за счет учета специфических возможностей как человека, так и технических средств.

В реальной действительности эргономистам приходится решать, как правило, задачи профессионального отбора и/или адаптации человека к условиям функционирования технических средств. Однако оптимальным способом обеспечения взаимодействия "человек-техника-среда" (ЧТС) является полный учет человеческого фактора на всех этапах создания, эксплуатации и утилизации продукции.

В последнее время эргономика отходит от классического определения и перестаёт быть строго связана с производственной деятельностью. Все больше внимания уделяется научному направлению, изучающему взаимосвязь между мероприятиями по повышению эргономичности и увеличением прибыли. Исследования позволяют сделать четкий вывод о том, что такая связь есть. Если люди хорошо себя чувствуют, они достигают лучших результатов, в то время как затраты на оплату больничных и оздоровительных процедур сокращаются. Так же, как дорогое оборудование требует затрат на техническое обслуживание, необходимы вложения и в поддержание работоспособности самого главного ресурса - людей. "Условия труда влияют на финансовое состояние компании с нескольких позиций. От них зависит производительность компании и качество производимых товаров или услуг, а также издержки, связанные с отсутствием сотрудников по болезни, текучестью кадров и т.д."/из «Оценки экономического влияния условий труда на предприятиях и в организациях»/ Линда Росе и Ульф Оррениус. 2006.

Современная эргономика подразделяется на микроэргономику, мидиэргономику и макроэргономику.

Микроэргономика (иногда её неверно упоминают как миниэргономику) занимается исследованием и проектированием систем «человек — машина». Сюда же включаются интерфейсы "человек-компьютер" (компьютер рассматривается как часть машины - например, в кабине истребителя есть дисплей), - как аппаратные интерфейсы, так и программные. Соответственно,

"эргономика программного обеспечения" - это подраздел микроэргономики, к которому 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.

Мидиэргономика занимается изучением и проектированием систем «человек — коллектив», «коллектив — организация», «коллектив — машина», «человек — сеть». Именно мидиэргономика исследует взаимодействия на уровне рабочих мест и производственных задач. К ведению мидиэргономики, в частности, относится проектирование структуры организации и помещений; планирование и установление расписания работ; гигиена и безопасность труда. В сферу интересов мидиэргономики входят проектирование организаций, планирование работ, обитаемость рабочих помещений, гигиена труда, проектирование интерфейсов сетевых программных продуктов. Это исследование и проектирование систем "человек - рабочая группа, коллектив, экипаж, организация", "коллектив - машина", "человек-сеть, сетевое сообщество", "коллектив - организация",

Макроэргономика исследует и проектирует более общие системы, такие как «человек — общество», «организация — система организаций».

Как отечественный, так и зарубежный опыт внедрения эргономических требований свидетельствует о том, что это приводит к существенному повышению производительности труда. При этом грамотный учет человеческого фактора представляет собой не разовый источник повышения, а постоянный резерв увеличения эффективности общественного производства.

Тема 3. Эргономические методы

1. Классификация эргономических методов
2. Организационные способы получения научных данных
3. Эмпирические способы получения научных данных
4. Психофизиологические методики
5. Техника антропометрических исследований
6. Профессиограммы

1. Классификация эргономических методов

Первую группу методов условно называют организационными.

Вторую группу методов составляют эмпирические способы получения научных данных.

Третью группу методов составляют различные способы количественной и качественной обработки данных.

В четвертую группу методов входят различные способы интерпретации полученных данных в контексте целостного описания функционирования систем «человек – машина».

В эргономических исследованиях находят применение методы биомеханики: ускоренная киносъемка, циклография, киноциклография, видеозапись, тензометрия, электрическая регистрация механических величин с помощью датчиков угловых перемещений, опорных динамографов и др. С их помощью характеризуется двигательная активность человека с точки зрения эффективности трудовых движений, работы различных звеньев опорно-мышечного аппарата.

2. Организационные способы получения научных данных

К ним относятся методологические средства эргономики, обеспечивающие системный и деятельностный подходы к исследованию и проектированию. Характерной чертой таких исследований и проектирования является не синтез результатов, полученных на основе независимых исследований, а организация такого исследования и проектирования, в ходе которых используются в определенном сочетании принципы и методы различных дисциплин.

Эффективным инструментом осуществления такой функции является системное моделирование, где предмет моделирования рассматривается как система и сам модельный познавательный процесс расчленяется на систему моделей, каждая из которых отображает дисциплинарный срез моделируемой системы, а все вместе дают ее много дисциплинарное представление.

Идеи системного подхода как одной из ведущих современных общенаучных ориентации определяют многие исходные установки и теоретические положения эргономики. В их числе — стремление к целостному рассмотрению человеко-машинных систем, системно-динамический взгляд на их структуру, включение деятельности человека в предмет научного рассмотрения, тенденция к синтезу различных аспектов исследования, стремление выявить возможные последствия деятельности человека.

Системная организация должна соответствовать следующим допущениям:

1. Система построена по принципу иерархии, т. е. система более низкого порядка встроена в систему более высокого порядка и т.д., и выходной эффект (отдача) системы более низкого порядка воспринимается системой более высокого порядка и преобразуется в процесс.

2. Система целенаправленна. В частности, системы, с которыми взаимодействует человек, целенаправленны, поскольку являются конструкциями, т. е. искусственно созданы человеком. При этом цель служит отправной точкой для разработки СЧТС: цель определяет деятельность создателей и эксплуатационников СЧТС; цель позволяет «судить», правильно ли работает СЧТС.

3. Каждый элемент системы подчинен общей цели.

4. Каждый элемент системы оказывает влияние на все другие элементы.

5. Выходные эффекты отдельных элементов преобразуются в выходной эффект системы.

6. Измерение, оценка, обратная связь являются неотъемлемыми элементами системной организации. Так, если цель СЧТС определена и особенно если она определена количественно, то эта цель устанавливаем эталон рабочих характеристик, которого нужно достигнуть.

3. Эмпирические способы получения научных данных

К этой группе относятся:

- наблюдение и самонаблюдение;
- экспериментальные процедуры (лабораторный и производственный эксперименты);
- диагностические методики (различного рода тесты, анкеты, социометрия, интервью и беседы);
- анализ процессов и продуктов деятельности;
- моделирование (предметное, математическое и т.д.);
- способы количественной и качественной обработки данных;
- способы интерпретации данных.

4. Психофизиологические методики

В методический арсенал эргономики входят многие психофизиологические методики:

- измерение времени реакции (простой сенсомоторной реакции, реакции выбора, реакции на движущийся объект и т.д.);
- психофизические методики (определение порогов и динамики чувствительности в различных модальностях);
- психофизические методы исследования перцептивных, мнемических, когнитивных процессов и личностных характеристик.

Среди психологических методов различают инженерно-психологические, психофизиологические и персонологические, математические методы и методы моделирования.

Инженерно-психологические методы предназначены для исследования рабочего процесса и работы оператора, функционирования СЧТС, оценки деятельности оператора, анализа его ошибок и факторов внешней среды, для проектирования деятельности.

Психофизиологические и персонологические методы позволяют исследовать организацию психофизиологических функций организма человека-оператора в процессе деятельности, оценивать и контролировать его функциональное состояние, работоспособность, надежность и эффективность деятельности, особенности проявлений его личности и индивидуальности. С помощью этих методов исследователи пытаются понять, каким образом мозгу удается скоординировать все сложнейшие процессы, лежащие в основе управляющих действий оператора и необходимые для поддержания его жизнедеятельности и развития личности.

Математические методы применяются для формализованного описания и построения моделей деятельности оператора. Наиболее часто для построения моделей применяют следующие теории: информации, массового обслуживания, автоматического управления, автоматов, статистических решений.

Методы моделирования включают предметное, предметно-математическое, знаковое и математическое моделирование. Например, предметное моделирование ведется на модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики «оригинала». Различают статические и функциональные макеты. Первые — это, как правило, трехмерные, выполненные в натуральную величину модели оборудования и его отдельных блоков, которые подвергают испытаниям: а) для решения задач организации рабочего места; б) для проверки размещения органов управления; в) для проверки точности и скорости считывания показаний приборов; г) для определения доступности точек проверки, испытаний, регулировки в процессе технического обслуживания оборудования. Функциональный макет представляет модель оборудования в натуральную величину, которая в отличие от статического макета может воспроизводить реальное функционирование аппаратуры в режимах ручного и автоматического управления. Он может быть использован для изучения трудовой деятельности оператора в имитированных условиях работы с целью сравнения альтернативных вариантов конструкции.

Электрофизиологические (электроэнцефалография, электромиография, регистрация кожно-гальванической реакции, электрокардиография, электроокулография).

Биотелеметрия, субъективные оценки утомления, техника антропометрических исследований.

5. *Техника антропометрических исследований*

Широкое применение получила техника антропометрических исследований – измерение тела человека и его частей: головы, шеи, груди, живота, конечностей при помощи специальных инструментов. Измеряются длина и ширина, обхват (окружность) и другие параметры частей тела.

В проектировании находит применение соматография – технико-антропометрический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме. Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего места с учетом пропорциональных отношений между элементами оборудования и человеком.

6. *Профессиограммы*

Используемые в эргономике социометрические методы исследования межличностных отношений позволяют:

- выявить факт предпочтения или установки, выраженный индивидом в отношении других членов группы в определенных ситуациях управления и технического обслуживания сложных систем;
- описать положение индивида в группе так, как оно представляется самому субъекту, и сопоставить это с реакциями других членов группы;
- выразить взаимоотношения внутри сравниваемых групп с помощью формальных методов.

Одной из распространенных методик исследования совместимости членов малых групп является гомеостатическая методика, которая нашла применение в проектировании групповой деятельности операторов.

Описательное профессиографирование включает:

- анализ технической документации и инструкций по использованию техники;
- эргономическое изучение техники (систем), сопоставление его результатов с нормативными документами по эргономике;
- наблюдение за ходом рабочего процесса. С помощью этого метода, дополненного хронометражем – регистрацией изменения во времени характеристик деятельности, а также видеозаписью всех операций в порядке их следования, можно достаточно подробно описать деятельность человека;

- опрос регламентированный, для которого характерны предварительная подготовка единообразных для всех опрашиваемых вопросов и строго заданная их последовательность;

- опрос нерегламентированный, предполагающий свободную беседу с опрашиваемым в соответствии лишь с ее общим планом, что требует определенных навыков и даже искусства;

- самоотчет человека в процессе деятельности;
- экспертную оценку;
- количественную оценку эффективности деятельности.

Инструментальное профессиографирование включает:

- измерение и оценку факторов среды;
- регистрацию и последующий анализ ошибок. Сбор и анализ данных об ошибочных действиях человека являются одним из важных путей анализа и оценки эргономических характеристик системы «человек – машина» или технически сложных потребительских изделий;

- объективную регистрацию энергетических затрат и функционального состояния организма человека;

- объективную регистрацию и измерение трудно различимых (в обычных условиях) составляющих деятельности человека, таких как направление и переключение внимания, оперирование органами управления и др. Для этого используются различные методы: регистрация направления взгляда человека и показаний приборов с последующим наложением траектории взгляда на приборную панель; циклография, или кинорегистрация движений рук; измерение силы сопротивления органов управления; магнитофонная регистрация речевых сообщений. Подобные методы и средства используются непосредственно в процессе деятельности, а регистрируемые параметры соотносятся с хронограммой трудового процесса;

- объективную регистрацию и измерение показателей физиологических систем, обеспечивающих процессы обнаружения сигналов, выделения информационных признаков, информационного поиска, оперирования исходными данными для принятия решений, а также исполнительные (двигательные или речевые) действия. К числу таких показателей относятся, например, состояние зрительной системы, речевого и двигательного аппаратов. Регистрации подлежат движения глаз наблюдателя, громкая и внутренняя речь, движения и тремор рук, а также электрическая активность зрительной, речевой и двигательной областей коры головного мозга. Эти показатели регистрируются с помощью довольно сложного электрофизиологического оборудования, результаты требуют трудоемкой математической обработки.

Тема 4. Антропометрические характеристики человека и требования к проектированию рабочего места

1. Антропометрические характеристики человека
2. Антропометрическая согласованность человека с элементами конструкции рабочего места
3. Оптимальная рабочая зона и зона досягаемости, их виды
4. Требования к проектированию рабочего места
5. Организация рабочего места оператора

1. Антропометрические характеристики человека

Антропометрические характеристики определяются размерами тела человека и его отдельных частей и используются для проектирования рациональных условий труда. Они позволяют рассчитывать пространственную организацию рабочего места, устанавливать зоны досягаемости и видимости, конструктивные параметры рабочего места и т.п., обеспечивая тем самым и безопасные условия труда.



Рис. 1. Классификация антропометрических характеристик человека

Антропометрические характеристики подразделяют на статические и динамические.

К статическим характеристикам относятся статические размеры отдельных частей тела, размер головы, размеры кисти, стопы.

К динамическим характеристикам относятся углы вращения в суставах, зона досягаемости, приросты или эффект движения тела (изменение одного и того же размера при перемещении тела в пространстве). Эти характеристики используются для определения объема рабочих движений, зон досягаемости и видимости, по ним рассчитывают пространственную организацию рабочего места.

Статические характеристики могут быть линейными, т.е. измеряться в линейных единицах, и дугowymi, т.е. измеряться в углах. В зависимости от ориентации тела в пространстве линейные размеры делятся на продольные (высота различных точек над полом или сиденьем), поперечные (ширина плеч, таза и т.п.), переднезадние (передняя досягаемость руки и т.п.).

Минимальные и максимальные значения антропометрических характеристик используются с учетом выполняемой работы. В случаях, когда оператор должен до чего-то дотягиваться, выбирают минимальные значения, а при определении размеров сиденья, высоты ниши для ног – максимальные. Использование антропометрических характеристик тесно связано с понятием рабочей позы.

Рабочая поза — взаимное расположение тела, головы, конечностей (плечо-предплечье-кисть, бедро-голень-стопа, голова-шея, изгибы позвоночного столба и т. п.) в пространстве и относительно друг друга в каждый данный момент работы, которые обеспечивают выполнение определенного трудового задания.

Рабочая поза «стоя». Эта поза требует больших энергетических затрат, чем при работе сидя, и менее устойчива из-за поднятого центра тяжести. Для этой позы характерно более быстрое утомление.

Рабочая поза «сидя». Эта поза является менее утомительной, так как резко уменьшается высота центра тяжести над точкой опоры, благодаря чему возрастает устойчивость тела. Кроме того, резко сокращаются энергетические затраты.

Надо учитывать, что всякая поза, проекция центра тяжести которой выходит за площадь опоры, будет требовать для поддержания устойчивости значительных мышечных усилий, т.е. статические напряжения. Длительные статические напряжения мышц могут вызвать утомление, снижение работоспособности, профзаболевания (искривление позвоночника, расширение вен, плоскостопия).

Влияние позы на рабочую нагрузку человека можно иллюстрировать с помощью коэффициентов. Так, если при прямой позе «сидя» мышечную работу принять равной единице, то при прямой позе «стоя» мышечная работа составит 1.6, при наклонной позе «сидя» – 4, при наклонной позе «стоя» – 10.

2. *Антропометрическая согласованность человека с элементами конструкции рабочего места*

Под рабочим местом понимается ограниченная часть территории (пространства), оснащенная необходимыми средствами производства (орудиями и предметами труда), на которой совершается трудовая деятельность работника или группы объединенных одним заданием работников.

Организация рабочего места - это комплекс мероприятий, обеспечивающих рациональный трудовой процесс и эффективное использование средств и предметов труда.

Организация рабочего места заключается в соответствующем его оснащении, планировке, специализации и обслуживании.

Рациональная организация рабочего места осуществляется с учетом требований производственной санитарии и требований ГОСТ Системы стандартов безопасности труда. При этом необходимо обеспечить: правильную планировку рабочего места и рациональное оснащение его соответствующим современным оборудованием и оргтехоснасткой; оптимальное пространственное расположение материальных средств производства и правильное его обслуживание, а также рациональную цветовую окраску оборудования и приспособлений и нормированное освещение.

Эргономическая оценка геометрических размеров рабочих мест проводится на различных этапах разработки путем сравнения нормируемых и реальных значений параметров с антропометрическими показателями работников.

Эргономические требования к организации рабочего места отражают взаимодействие человека с машиной и делятся на следующие виды:

- гигиенические — соответствие рабочего помещения условиям жизнедеятельности и работоспособности человека (размеры помещения, освещенность, вентиляция с фильтрами для очистки воздуха, вибрация, пыле- и газонепроницаемость и т.д.);
- антропометрические — соответствие рабочего места и его частей форме, весу и размерам тела человека (удобное, регулируемое по высоте и горизонтали сиденье, регулируемые подлокотники, расстояние до рычагов, рукояток и кнопок управления и т.д.);

- физиологические и психофизические — соответствие рабочего места физиологическим свойствам человека и особенностям функционирования его органов чувств (слуха, зрения, обоняния и т.д.);
- психологические — соответствие рабочего места возможностям восприятия и переработки информации, соответствие закрепленным и вновь формируемым навыкам человека.

Различают пять видов совместимости среды «человек-машина»:

1. Антропометрическая совместимость обеспечивает согласование пространственного расположения органов управления и рабочего места оператора с антропометрическими характеристиками человека. То есть речь идет об обеспечении удобства при управлении;

2. Информационная совместимость характеризует совместимость характеристик изделия (например, скорость выдачи информации, формы представления данных) и возможностей человека по приему, хранению, переработке и передаче информации;

3. Энергетическая совместимость определяет согласование силовых и мощностных характеристик изделия (например, усилия на рукоятки управления) с силовыми и мощностными характеристиками человека, с его физическими возможностями;

4. Биофизическая совместимость согласовывает микроклимат, создаваемый работой машины (например, температура, влажность, вибрации, шум, запыленность и т.д.) с физиологическими характеристиками человека, то есть с возможностями человека без вреда здоровью и ощущения дискомфорта работать в этих условиях;

5. Техничко-эстетическая совместимость предполагает художественно-эстетическое оформление машины в соответствии с художественным восприятием человека.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) работника в процессе работы. Геометрические размеры рабочего места определяют пространственные параметры свободного рабочего объема, линейные и угловые характеристики опорных поверхностей кресла и координаты размещения основных органов управления. Важным фактором при проектировании рабочего места является учет антропометрических показателей, позволяющих:

- создать комфортное размещение человека при выполнении своих трудовых функций, возможность изменения рабочей позы с целью снижения мышечного напряжения и ощущения усталости;

- свободно размещать органы управления и выполнять рабочие операции с ними;

- компоновать приборы, индикаторы и пульты с обеспечением хороших условий их обзора и досягаемости.

В свою очередь антропометрические показатели – это основные размеры тела человека (рост, ширина плеч, длина рук и ног, сила мышечных групп и др.).

Сложность обеспечения антропометрической совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для человека низкого или очень высокого.

Таблица 1

Рекомендуемая высота производственной мебели (стола) и рабочих поверхностей оборудования с учетом положения тела человека при работе

Рабочая поверхность	Высота рабочей поверхности в зависимости от роста (мм)		
	Низкий	Средний	Высокий
Стол при обычной работе сидя	700	725	750
Стол для очень тонких зрительных работ при работе сидя (например, гравировка, сборка точных приборов)	900	950	1000
Рабочая поверхность для работы на станках в положении стоя	1000	1050	1100
Минимальное пространство для ног от отметки пола до нижней поверхности стола	600	625	625

Инструменты и обрабатываемые изделия следует располагать на рабочем месте с учетом частоты их употребления: более часто употребляемые - в оптимальной рабочей зоне, менее часто употребляемые - в зоне досягаемости рук без наклонов туловища, редко употребляемые - в более отдаленной зоне. Это исключает лишние непроизводительные движения.

Информационная совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности, ведь в сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения: объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Информационная совместимость предполагает соответствие информационной модели психофизиологическим возможностям человека:

учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Биофизическая совместимость подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физическое состояние человека. Эта задача соответствует и требованиям безопасности. Биофизическая совместимость учитывает требования к микроклимату производственных помещений, вибро-акустическим характеристикам среды, освещенности, электромагнитным излучениям и другим физическим параметрам.

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений, то есть соответствия управляющего воздействия на оборудование биомеханическим возможностям человека.

В процессе управления человек обязательно должен прилагать некоторые усилия, так как отсутствие их (что может быть, например, при кнопочном управлении) дезориентирует человека, лишает его уверенности в правильности своих действий, а излишние усилия приводят к биомеханической перегрузке. Форма и размеры органов управления должны быть согласованы с размерами и биомеханическими особенностями руки оператора. Органы управления могут быть ручными и ножными.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека процессом труда, общением с техникой, цветовым климатом. Поэтому для решения многочисленных технологических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

3. *Оптимальная рабочая зона и зона досягаемости, их виды*

Пространство рабочего места, в котором осуществляется трудовой процесс, может быть разделено на рабочие зоны.

Рабочая зона – это участок рабочего места, пространство высотой до 2 м над площадкой постоянного или временного пребывания работающих, ограниченное углами обзора, амплитудой движений человека и выбором им (группой людей) позы в процессе работы.

Место пребывания считается постоянным, если работник находится на нем более 50% суммарно или 2 ч непрерывно своего рабочего времени.

Правильное проектирование рабочих зон определяется соответствием их с оптимальным полем зрения рабочего и определяется дугами, которые может описать рука, поворачивающаяся в плече или локте на уровне рабочей поверхности (т.е. с учетом динамических характеристик), а движением рук

управляет мозг человека в соответствии со зрительной информацией. Поэтому рабочую зону, удобную для действия обеих рук следует совмещать с зоной, охватываемой зрением.

Различают зоны оптимальной, лёгкой и предельной досягаемости.

Оптимальная зона досягаемости - часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой.

Зона легкой досягаемости - часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми расслабленными руками при движении их в плечевом суставе.

Зона предельной досягаемости - это часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

4. Требования к проектированию рабочего места

При проектировании рабочего места должны соблюдаться следующие требования:

- параметры рабочей зоны, позволяющие выполнять необходимые движения и перемещения работающего;
- достаточные зрительные, слуховые, физические и другие связи между рабочим оборудованием и людьми, выполняющими общее задание;
- рациональные приемы и методы выполнения рабочих операций, правильный режим труда и отдыха;
- средства защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- необходимое естественное и искусственное освещение;
- оптимальный микроклимат рабочей среды.

Правильное расположение оборудования и оснастки в рабочей зоне позволяет обеспечить удобную рабочую позу.

На рациональную рабочую позу влияют следующие факторы:

- а) размеры всех элементов, составляющих рабочее место, и особенно размер рабочей зоны;
- б) значения и характер рабочих усилий (динамических, статических);
- в) необходимые пределы обзора;
- г) точность выполнения операций, степень внимания, напряженность зрения;
- д) степень механизации и автоматизации труда. Наиболее рациональной позой является переменная «сидя - стоя».

Нормальной рабочей позой следует считать позу, при которой не требуется наклоняться вперед больше чем на 10-15°; наклоны назад и в сторону нежелательны.

Конструкция и обустройство рабочего места должны обеспечивать оптимальную рабочую позу работника, учитывающую и не препятствующую естественным физиологическим процессам организма работника и обеспечивающую оптимальную возможность выполнения работы, для которой предназначено рабочее место.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника. Недоучет индивидуальных особенностей наносит значительный вред здоровью сотрудника, занятого на конкретном рабочем месте, так же значительно снижаются производственные показатели.

Эргономические требования – это требования, которые предъявляются к системе человек-машина-среда, исходя из задач оптимизации деятельности человека-оператора с учетом его антропологических, психофизиологических характеристик и возможностей.

Эффективность трудовой деятельности человека, его работоспособность в значительной степени зависят от того, насколько полно учтены в конструкциях оборудования и организации рабочих мест эргономические требования. Несоблюдение этих требований приводит к выполнению производственного задания в неудобной рабочей позе, физиологически нерациональным рабочим движениям, слишком быстрому темпу, большой рабочей нагрузке, что вызывает дополнительное напряжение физиологических функций организма работающего и более быстрое развитие утомления.

Эргономическая оценка рабочих мест в производственных условиях предусматривает комплексный подход, и при ее проведении рабочее место рассматривают как систему, включающую человека и машину (производственное оборудование). Основным принципом эргономической оценки рабочего места является определение его соответствия антропометрическим данным, физиологическим и психофизиологическим особенностям человека. Эргономической оценке подлежит рабочее место, которое оснащено технологическим оборудованием, отвечающим требованиям безопасности, работает в режиме и условиях, предусмотренных нормативно-технической документацией. В зависимости от вида оборудования, особенностей рабочего места, выполнения трудовых действий, характера нагрузки на человека (физической, нервной, информационной) и др. производится выбор конкретных параметров для эргономической оценки.

Основные общепринятые параметры характеризуют элементы производственного оборудования, рабочего места, трудовой деятельности, наряду с ними существуют также параметры функционального состояния различных систем организма человека и антропометрические признаки.

При организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуется при физической работе средней тяжести и тяжелой. Если технологический процесс не требует постоянного перемещения работающего и физическая тяжесть работ позволяет выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включать кресло и подставку для ног.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать выполнение трудовых операций в зонах моторного поля в зависимости от требуемой точности и частоты действия:

- выполнение трудовых операций «очень часто» (2 и более операций в минуту) и часто (менее 1 операции в минуту) должно производиться в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля;
- выполнение редких трудовых операций допускается в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

- высоты рабочей поверхности;
- высоты сиденья;
- высоты пространства для ног;
- высоты подставки для ног.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

- на рабочем месте не должно быть ничего лишнего, все необходимое для работы должно находиться в непосредственной близости от работающего, размещение оснастки должно исключать неудобные позы работника;

- те предметы, которыми пользуются чаще, располагаются ближе тех предметов, которыми пользуются редко;
- те предметы, которые берутся левой рукой, должны находиться слева, а те предметы, что берутся правой рукой, — справа;
- более опасная с точки зрения травм оснастка должна располагаться выше менее опасной оснастки; однако при этом следует, что тяжелые предметы при работе удобнее и легче опускать, чем поднимать.
- рабочее место не должно загромождаться заготовками и готовыми деталями.

Конструкция и расположение средств отображения информации (СОИ), предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности.

Обычно средства отображения информации используют для одной или нескольких целей:

- считывания количественных и качественных показателей;
- контрольного считывания показателей;
- установки регулируемого параметра.

Чтобы сделать работу комфортной, необходимо предусмотреть такое положение тела работника в процессе деятельности, которое позволяет экономить физические силы, равномерно распределять физическую нагрузку. Акустические, визуальные и другие сигналы должны легко опознаваться, органы управления легко перемещаться, инструменты обязаны быть удобными, расположение элементов рабочего места – соответствовать логике действий работника. Во избежание ошибок документация, регламентирующая деятельность работника, должна быть наглядной и доступной восприятию. И наконец, необходимо создать такие условия труда, при которых работники могли бы взаимодействовать друг с другом.

В случае, если рабочие места не соответствуют эргономическим требованиям и не обеспечивают оптимальный или допустимый уровень рабочей нагрузки, следует разработать мероприятия по рационализации рабочих мест, оптимизации труда. Через 3-6 месяцев после внедрения мероприятий проводят повторные исследования трудовой деятельности, функционального состояния систем организма и эффективности труда, после чего производят экономическую оценку эффективности оздоровительных мероприятий.

Ошибки при конструировании рабочего места зачастую приводят к опасным последствиям. Вредные для здоровья позы, чрезмерное напряжение тела, скованность, недостаток или избыток освещения, неудобное расположение органов управления или средств отображения информации – это далеко не безобидные следствия пренебрежения принципами эргономики. Каждый из этих факторов или тем более их сочетание могут привести к заболеваниям, психическим стрессам, ошибкам в поведении людей, к авариям, порче оборудования, несчастным случаям.

5. Организация рабочего места оператора

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. Внедрение этой техники имеет как положительные, так и отрицательные моменты. С одной стороны, это обеспечение более высокой эффективности производства за счет совершенствования технологического процесса и повышение производительности труда, а с другой - увеличение нагрузки на операторов в связи с интенсификацией производственной деятельности и специфическими условиями труда.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов электромагнитных полей (диапазон радиочастот ВЧ, УВЧ и СВЧ), инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др. Так, все опасные и вредные факторы, возникающие при работе на компьютере, можно разделить на три группы:

1. Параметры рабочего места и рабочей зоны.
2. Визуальные факторы (яркость, контрастность, мерцание изображения, блики).
3. Излучения (рентгеновское, электромагнитное излучение ВЧ и СВЧ диапазона, гамма-излучение, электростатические поля).

Поэтому большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

Правильно организованное рабочее место, правильная поза при работе позволят минимизировать вредное воздействие компьютера на здоровье.

Под рабочим местом человека-оператора автоматизированной системы управления понимается место в системе «человек - машина», оснащенное средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием, где осуществляется трудовая деятельность указанного специалиста.

При организации рабочего места программиста должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Главными элементами рабочего места программиста являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение «сидя», т.к. рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление программиста.

При проектировании письменного стола следует учитывать следующее:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящичков (не менее трех для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей, личных вещей).

При проектировании кресла исходят из того, что при любом рабочем положении программиста его поза должна быть физиологически правильно обоснованной, т.е. положение частей тела должно быть оптимальным. Конструкция рабочего сидения должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- допускать возможность изменения положения тела, т.е. обеспечивать свободное перемещение корпуса и конечностей тела друг относительно друга;

- допускать регулирование высоты в зависимости от роста работающего человека;

- иметь слегка вогнутую поверхность,
- иметь небольшой наклон назад.

Важное место в комплексе мероприятий по созданию условий труда для операторов, занимает создание оптимальной световой среды, т.е. рациональная организация естественного и искусственного освещения помещения и рабочих мест. Предусматриваются меры ограничения слепящего воздействия светопроемов, имеющих высокую яркость (8000 кд/м^2 и более), и прямых солнечных лучей для обеспечения благоприятного распределения светового потока в помещении и исключения на рабочих поверхностях ярких и темных пятен, засветки экранов посторонним светом, а также для снижения теплового эффекта от инсоляции.

Для работы на компьютере рекомендуются помещения с односторонним боковым естественным освещением с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией светопроемов. Площадь световых проемов должна составлять 25% площади пола. Удовлетворительное естественное освещение проще создать в небольших помещениях на 5-6 рабочих мест, а больших помещений с числом работающих более 20, лучше избегать. В случае, если экран компьютера обращен к окну, должны быть предусмотрены экранизирующие устройства. Искусственное освещение в помещениях и на рабочих местах должны создавать хорошую видимость информации на экране компьютера. При этом в поле зрения работающих должны быть обеспечены оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. На рабочем месте необходимо обеспечить возможно большую равномерность яркости, исключая наличие ярких и блестящих предметов, для снижения монотонности в поле зрения рекомендуется отдельные пестрые поверхности.

Для освещения рабочих мест применяется комбинированное освещение (общее плюс местное), хотя более предпочтительно общее освещение из-за большего перепада яркостей на рабочем месте при использовании светильников местного освещения.

Для общего освещения используются в основном потолочные или встроенные светильники с люминесцентными лампами. Источники света лучше использовать нейтрально-белого или "теплого" белого цвета. Для исключения засветки экранов прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора.

Местное освещение на рабочих местах обеспечивается светильниками, устанавливаемыми непосредственно на рабочем столе или на вертикальных панелях специального оборудования. Они должны иметь непросвечивающий отражатель и располагаться ниже или на уровне линии зрения операторов, чтобы не вызывать ослепления.

Так как при работе на компьютере основная нагрузка ложится на глаза, поэтому большие требования предъявляются к видеотерминальным устройствам (экранам). Предпочтительным является плоский экран, позволяющий избежать наличие на нем ярких пятен за счет отражения световых потоков. Особенно важен цвет экрана. Он должен быть нейтральным. Допустимы ненасыщенные светло-зеленые, желто-зеленые, желто-оранжевые, желто-коричневые тона. О качестве экранов судят по отсутствию мерцания и постоянству яркости. Большой наклон экрана может привести к появлению бликов от светильников. При работе с компьютером взгляд должен падать на экран под прямым углом и отклоняться от горизонтали на 20°. Условия зрительного восприятия информации на экране зависят от параметров экрана, плотности их размещения, контраста и соотношения яркостей символов и фона экрана.

Клавиатура дисплея не должна быть жестко связана с монитором. Она должна располагаться на расстоянии 600-700 мм. В клавиатуре необходимо предусмотреть возможность звуковой обратной связи от включения клавиш с возможностью регулировки.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

Режим труда и отдыха при работе с компьютером должен организовываться в зависимости от вида и категории деятельности.

Деятельность оператора в системе может быть представлена в виде четырех этапов:

1. Прием информации - обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование. На этом этапе информация приводится к виду пригодному для оценки и принятия решения.

2. Оценка и переработка информации – осуществляется сопоставление заданных и текущих режимов работы системы, производится анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации и на

основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очередность обработки информации.

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.

4. Реализация принятого решения – осуществляется приведение принятого решения в исполнение: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки и (или) ноги к органу управления и манипуляция с ним.

Первые два этапа операторской деятельности в совокупности называют получением информации, последние два этапа – ее реализацией.

На качество и эффективность выполнения каждого действия влияет целый ряд факторов.

Прием информации зависит от следующих факторов:

- вида и количества приборов;
- организации информационного поля;
- психофизиологических характеристик информации (размеров изображений, цвета, контраста и т.д.).

На оценку и переработку информации влияют:

- способ кодирования информации;
- объем ее отображения;
- динамика смены информации;
- соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.

Эффективность принятия решения определяется:

- типом решаемой задачи;
- числом и сложностью проверяемых логических условий;
- сложностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит:

- от числа органов управления;
- от их типа и способа размещения;
- а также от большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления.

В свою очередь виды деятельности подразделяются на следующие группы:

- группа А - работа по считыванию информации с предварительным запросом;
- группа Б - работа по вводу информации;

- группа В - творческая работа в режиме диалога.

Соответственно, для видов деятельности устанавливаются три категории (I, II, III) тяжести и напряженности работы с компьютером.

Время непрерывной работы для I категории - 2 часа; для II и III категории 1,5-2 часа. Сумма времени регламентированных перерывов при 8-часовом рабочем дне составляет для I категории 30 мин.; для II - 50 мин.; для III - 70 мин.

Режим труда и отдыха операторов должен быть следующим: через каждый час интенсивной работы необходимо устраивать 15-минутный перерыв, при менее интенсивной через каждые 2 часа. Эффективность регламентируемых перерывов повышается при их сочетании с производственной гимнастикой, которая проводится в течение 5-7 минут 1-2 раза в смену.

Тема 5. Основные опасные и вредные производственные факторы

1. Безопасность жизнедеятельности человека
2. Характеристика и виды опасных и вредных производственных факторов
3. Факторы трудового процесса
4. Классификация условий труда по степени вредности и опасности

1. Безопасность жизнедеятельности человека

Одной из важнейших аксиом безопасности жизнедеятельности является аксиома о потенциальной опасности: потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой

обитания на всех стадиях жизненного цикла, т. е. эта аксиома предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов обладают способностью генерировать опасные и вредные факторы. При этом новое позитивное действие или результат неизбежно сопровождается возникновением новой потенциальной опасности или группы опасностей. На ранних стадиях своего развития люди испытывали воздействия опасных и вредных факторов естественного происхождения: атмосферные осадки, пониженные и повышенные температуры воздуха, грозовые разряды и другие стихийные бедствия и т. д. В современном мире к естественным прибавились многочисленные опасные и вредные факторы антропогенного происхождения: шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные концентрации токсичных веществ в воздухе, водоемах, почве и др.

Следует иметь в виду, что одни опасности влияют только на человека (вращающиеся части машин, отлетающие частицы металла), а другие – как на человека, так и на среду, окружающую рабочие места (шум, пыль).

Опасности носят природный характер или порождаются деятельностью человека, следовательно, опасности можно разделить на природные и антропогенные.

Антропогенные опасности связаны с определённым видом деятельности человека.

Для характеристики опасности используют понятие риска.

Риск – количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека, т.е. отношение числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определённый период (обычно год).

Знание уровня риска позволяет сделать определённое заключение о целесообразности (или нецелесообразности) дальнейших усилий для повышения безопасности того или иного рода деятельности с учётом экономических, технических и гуманитарных соображений.

Полная безопасность не может быть гарантирована никому, не зависимо от образа жизни. Поэтому современный мир пришел к понятию приемлемого (допустимого) риска, суть которого в стремлении к такой малой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени. Во всём мире за приемлемый риск принята величина 10^{-6} степени. Пренебрежительно малым считается индивидуальный риск гибели 10^{-8} .

Управление профессиональными рисками - комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны. Затрачивая большие средства на повышение безопасности, человек наносит ущерб другим сферам экономики, при этом технический риск снижается, но увеличивается социальный.

Оценка профессионального риска осуществляется с учётом возможной тяжести последствий опасных инцидентов.

С учётом существующей практики можно выделить следующие три класса

профессионального риска:

1 класс – угроза для жизни с тяжёлым исходом маловероятна;

2 класс – угроза для жизни с тяжёлым исходом возможна в единичных случаях (связан с действием постоянно действующих опасных факторов);

3 класс – угроза для жизни с тяжёлым исходом возможна для большого количества людей.

2. Характеристика и виды опасных и вредных производственных факторов

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы.

Под вредным понимается вещество, которое при контакте с организмом человека вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определённых условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определённых условиях приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Вредный производственный фактор, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются на физические, химические, биологические, психофизические.

Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на следующие виды:

1. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы;
2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
4. Повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;
5. Повышенная или пониженная влажность воздуха;
6. Ионизация воздуха;
7. Ионизирующее излучение;
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
9. Повышенный уровень статического электричества, электромагнитных излучений и др.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на токсические, раздражающие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают биологические объекты: микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы, простейшие и др.) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: физические перегрузки, нервно-психические перегрузки. Физические перегрузки подразделяются на статические и динамические.

Нервно-психические перегрузки - это умственное перенапряжение, перенапряженность анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Во многих случаях наличие вредных факторов способствует проявлению травмоопасных факторов.

3. Факторы трудового процесса

Основными факторами трудового процесса являются тяжесть и напряженность труда.

Тяжесть труда — это характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных

рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве. Таким образом, тяжесть труда характеризует обобщающую оценку совокупного воздействия на человека всех факторов внешней среды. Тяжесть труда в соответствии с ранее разработанными НИИ труда рекомендациями подразделяется на шесть категорий:

- к первой категории тяжести относят работы, выполняемые в условиях, близких к комфортным;

- ко второй категории тяжести относят работы, осуществляемые в благоприятных (но не комфортных) условиях труда;

- к третьей категории тяжести относят такие виды работ, когда в конце рабочего периода возникает функциональное пограничное состояние организма, для которого характерна неустойчивость его физиологических реакций, легко меняющихся в сторону улучшения или ухудшения под воздействием дополнительных факторов;

- к четвертой категории тяжести относят работы, отличительной особенностью которых являются предпатологические сдвиги в организме, ухудшение показателей работы, удлинение периода восстановления нарушенных функций;

- к пятой категории тяжести относят работы, когда в конце рабочего периода наблюдается патологическое состояние организма. Количество ошибок в работе резко возрастает, значительно снижаются экономические показатели работы;

- для шестой категории тяжести работ характерно возникновение патологического состояния организма человека вскоре после начала работ, что нередко переходит в развитие серьезного заболевания.

Для отнесения труда к одной из этих категорий существуют физиологические и санитарно-гигиенические нормы, которые в свою очередь влияют на специфику оплаты труда. На основе этих критериев осуществляется интегральная оценка условий труда, проводятся мероприятия, направленные на их гуманизацию.

Степень тяжести работы – это реакции и изменения, происходящие в организме человека под воздействием производственной среды.

При оценке тяжести труда учитываются санитарно-гигиенические и психофизиологические производственные элементы условий труда.

Напряженность труда — это характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Следовательно, критериями оценки условий труда выступают следующие группы показателей:

- 1) тяжесть работы,
- 2) соблюдение предельно допустимой концентрации и предельно допустимых уровней производственной среды,
- 3) степень комфортности условий труда,
- 4) соблюдение требований охраны труда и техники безопасности.

4. Классификация условий труда по степени вредности и опасности

Условия труда – это элементы производственной среды, оказывающие влияние на функциональное состояние организма человека, его работоспособность и здоровье.

Элементы, составляющие понятие условий труда, объединяются в группы:

1. санитарно-гигиенические,
2. психофизиологические,
3. эстетические,
4. технические,
5. социально-психологические.

Психофизиологические факторы включают следующие элементы условий труда: физическая динамическая и статистическая нагрузка, рабочая поза, сменность, темп работы, монотонность работы, режим труда и отдыха

Социально-психологические условия труда – это макроструктура (форма предприятия) и микроструктура (форма труда), стиль руководства, режим труда, степень развития в коллективе отношений самоуправления, единство отношений сотрудничества и соперничества с целью повышения результативности труда.

Технические условия труда – это оснащение, технология, характер производственного процесса, способы выполнения работы, организация рабочего места, состояние производственной среды.

Освещение рабочего места — важный фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую человеком посредством зрения, кроме того оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Неправильное освещение может являться причиной производственного

травматизма. Освещение влияет на производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Шумом принято называть нежелательное для восприятия органами слуха человека беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Источниками шума являются все тела, находящиеся в состоянии колебаний (воздух, вода, металл и т.п.).

Влияние производственного шума на организм человека также может сопровождаться развитием профессиональных заболеваний. Длительное воздействие шума на человека может привести к частичной, а иногда значительной потере слуха — профессиональной тугоухости и оказывать глубокое воздействие на весь организм человека. Шум, обладая кумулятивными качествами, оказывает вредное воздействие в первую очередь на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Шум - источник и причина многих заболеваний и функциональных расстройств. Как показали результаты медико-биологических исследований, каждый децибел шума сверх допустимой нормы снижает производительность труда на один процент, увеличивает риск потери слуха на полтора процента и на полпроцента — риск сердечно-сосудистых расстройств.

Санитарные нормы допустимого уровня шума на промышленных предприятиях и в жилых зданиях существенно различны, т.к. в цехе рабочие подвергаются воздействию шума в течение одной смены — 8 часов, а население крупных городов — почти круглосуточно. Кроме этого, необходимо учитывать во втором случае присутствие наиболее ранимой части населения — детей, пожилых, больных. Допустимым считается уровень шума, который не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного действия, не снижает его работоспособность, не влияет на его самочувствие и настроение.

Условия труда подразделяются на благоприятные и неблагоприятные. Благоприятными условиями считаются такие, при которых высокий устойчивый период работоспособности составляет не менее 75% рабочего времени первой половины смены и 65% второй половины.

Благоприятными считаются условия труда, если совокупность образующих их элементов не оказывает отрицательного влияния на организм работника, способствует его духовному и физическому развитию в процессе труда.

Неблагоприятными считаются условия труда, если совокупность образующих их элементов может вызвать у работника утомление, болезненное состояние, неудовлетворенность трудом, стать причиной профессиональных, производственно обусловленных заболеваний, травм, инвалидности, текучести кадров.

Вредные условия труда – это условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм работника и потомство.

По степени вредности и опасности условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные (схема 1).



Оптимальные условия труда (1 класс) — условия, при которых сохраняется здоровье работника и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Для других факторов за оптимальные условно принимают такие условия труда, при которых вредные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние

здоровья работников и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и/или его потомство.

Опасные условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) может создать угрозу для жизни, вызывает высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм. При этом работа должна проводиться в соответствующих средствах индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов, регламентированных для такого вида работ и обеспечивающих безопасность здоровья работников.

В свою очередь, вредные условия труда по степени превышения или отклонения параметров факторов от гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работников условно разделяют на 4 степени вредности:

- 1 степень 3 класса (3.1) — условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

- 2 степень 3 класса (3.2) — уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых для данных факторов органов и систем), появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

- 3 степень 3 класса (3.3) — условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии;

- 4 степень 3 класса (3.4) — условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Травмобезопасность — свойство рабочих мест соответствовать требованиям безопасности труда, исключающим травмирование работающих в условиях, установленных нормативными правовыми актами.

Объектами оценки по фактору травмобезопасности на рабочих местах являются:

- производственное оборудование;
- приспособления и инструменты;
- средства обучения и инструктажа.

Поэтому при аттестации рабочих мест рекомендуется в первую очередь провести оценку опасных производственных факторов (травмобезопасность), расширив круг следующими объектами оценки:

- мероприятия по организации рабочего места, учитывающие его местонахождение;
- безопасность применяемых материалов, конструкций и изделий;
- наименование и состав опасных производственных факторов по видам работ.

В тех случаях, когда работодатель по обоснованным технологическим и иным причинам не может в полном объеме обеспечить соблюдение гигиенических нормативов на рабочих местах, он должен обеспечить безопасность для здоровья человека выполняемых работ. Это может быть достигнуто посредством выполнения комплекса защитных мероприятий (организационных, санитарно-гигиенических, ограничения по времени воздействия фактора на работника - рациональные режимы труда и отдыха, средства индивидуальной защиты и т.д.).

Задачей защиты человека от воздействия вредных и опасных производственных факторов является снижение уровня вредных факторов до уровней, не превышающих предельно-допустимый уровень, и риска появления опасных факторов до величины приемлемого риска.

Основные методы защиты человека при осуществлении им трудовой деятельности:

- совершенствование технологических процессов и технических средств;
- защита расстоянием;
- защита временем;
- применение средств коллективной защиты;
- применение средств индивидуальной защиты.

Методы, мероприятия и средства защиты работающих от воздействия вредных и опасных производственных факторов могут быть сгруппированы по ряду критериев.

В качестве одного из критериев для такой классификации может быть принят принцип защиты. По этому критерию методы и средства защиты работающих представлены следующим образом.

1. Нормализация условий труда. Сущность этого метода состоит в проведении организационных, технических и иных мероприятий, направленных на снижение уровня факторов, вызывающих риск повреждения здоровья, и приведение значений вредных и опасных производственных факторов к нормированным величинам. На основе идентификации опасностей и вредностей и определения значений факторов производственной среды в процессе аттестации рабочих мест по условиям труда намечается и реализуется план мероприятий по охране труда, в который, в частности, включается:

- совершенствование технологических процессов с целью уменьшения вредных выбросов, шума, вибрации и т.п.;

- модернизация или замена оборудования, не удовлетворяющего современным требованиям безопасности труда и санитарно-гигиенических нормативов;

- оснащение помещений, оборудования и рабочих мест необходимыми средствами коллективной защиты (вентиляцией, приборами освещения, ограждениями и др.);

- проведение ремонтных и профилактических работ на тех средствах коллективной защиты, которые имеются в организации, но не выполняют частично или в полной мере своих защитных функций.

2. Защита расстоянием. Данный метод защиты заключается в том, чтобы по возможности устранить зоны пересечения гомосферы (пространство, в котором действует человек) и ноксосферы (пространство, в котором возможно проявление опасных и вредных производственных факторов). Достигается это путем:

- ограждения опасных зон с целью создания физической преграды, предотвращающей приближение человека к источнику опасности, устраняющей возможность захвата одежды или частей тела движущимися элементами оборудования, ожога от нагретых поверхностей и т.п.;

- удаления операторов из опасных зон с помощью автоматизации работы оборудования, применения дистанционного управления, роботов и манипуляторов;

- нормирования минимально допустимых расстояний между оператором и источником повышенной опасности и др.

3. Защита временем. Этот метод используется в тех случаях, когда первые два метода невозможно применить по техническим причинам или их реализация не дает удовлетворительного результата. В таком случае нормативно устанавливается допустимое время пребывания человека в зоне повышенной опасности или вредности (например, в условиях воздействия ионизирующего излучения, вблизи мощных источников электромагнитного излучения и др.). Работнику может устанавливаться: сокращенная рабочая неделя или уменьшенная длительность рабочей смены, наибольшее время непрерывной работы в условиях действия вредных производственных факторов, время и периодичность дополнительных перерывов в течение смены.

4. Адаптация работников к повышенному риску. Реализация этого метода осуществляется по нескольким направлениям:

- профессиональный отбор работников для выполнения работ в условиях повышенной опасности;

- специальное обучение работников определенных профессий и проведение инструктажей;

- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров работников для установленных профессий;

- обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (спецодеждой, защитными очками, масками, противогазами и др.).

В свою очередь наиболее перспективным методом защиты является совершенствование конструкций машин и технологических процессов, их замена на более современные и прогрессивные, обладающие минимальным уровнем опасности, выделения вредных веществ, излучений. Если же исключить наличие вредных и опасных производственных факторов при работе нельзя, используют следующие приемы защиты:

- удаление человека на максимально возможное расстояние от источника опасности;

- применение роботов, манипуляторов, дистанционного управления для исключения непосредственного контакта человека с источником опасности;

- применение средств защиты человека.

Средства защиты человека подразделяются на:

- средства коллективной защиты, обеспечивающие защиту всех работающих;

- средства индивидуальной защиты, обеспечивающие защиту одного человека, непосредственно выполняющего работу.