

ЛЕКЦИЯ 3

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Структурно-функциональная организация человеческого организма

Организм человека в своей жизнедеятельности руководствуется информацией, получаемой различными его органами. Опасности, формируемые системой «человек - машина - среда», определяются антропометрическими, физиологическими, психофизическими возможностями человека выполнять производственную деятельность.

Антропометрические характеристики человека. Антропометрические характеристики определяются размерами тела человека и его отдельных частей. Они используются для проектирования наиболее рациональных и безопасных условий труда.

Человек все больше «перекладывает» на машину не только физические, но и чисто «человеческие» функции, например, вычислительные операции. Поэтому чаще в современных условиях роль человека на производстве сводится к контролю, управлению и программированию. При обслуживании машин возникают проблемы согласования возможностей человека с управляемым объектом.

Анализом системы «человек - машина - среда» занимается наука *эргономика*. Системы, работающие с оператором, соответственно, называют *эргатическими*.

Успешное функционирование данной системы зависит от состояния следующих видов совместимости: *информационная, биофизическая, энергетическая, антропометрическая, технико-эстетическая*.

Информационная совместимость необходима для обеспечения оптимальных и безопасных условий функционирования системы «человек

- машина - среда». При этом информационная модель (сигналы, приборы, экраны, рычаги, кнопки и т.д.) в полной мере должна отвечать

особенностям оператора. Чаще всего объекты управления невидимы, неслышимы, неосязаемы.

Биофизическая совместимость - это создание такой окружающей среды, которая обеспечивает нормальную работоспособность и нормальное физиологическое состояние человека.

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, мощности, скорости движений.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, позы оператора в процессе работы. Определяется объем рабочего места, зоны досягаемости и т.д.

Технико-эстетическая совместимость заключается в удовлетворенности человека от общения с машиной, от процесса труда на ней. Техническая эстетика (дизайн) очень важна при общении с машиной.

Таким образом, перечисленные пять параметров совместимости в системе «человек - машина - среда» могут обеспечить наиболее рациональную и безопасную их организацию.

Физиологическая характеристика человека. Физиологическая характеристика человека относится к естественной системе защиты. За миллионы лет, в ходе эволюционного и социального развития у человека выработалась естественная система защиты от опасностей. Она совершенна, но имеет определенные пределы.

Общие характеристики анализаторов. Безопасная деятельность человека основывается на постоянном приеме и анализе информации о характеристиках внешней среды. Этот процесс осуществляется с помощью *анализаторов (воспринимающая, передающая и анализирующая части)*. Перечислим основные анализаторы человека:

- двигательный, воспринимающий раздражения от мышц, сухожилий и связок;
- вестибулярный, анализирующий положение тела в пространстве

и движение головы;

- кожный, принимающий сигналы от кожной поверхности;
- вкусовой;
- зрительный;
- звуковой (слуховой);
- обонятельный;
- интероцептивный, принимающий раздражения, поступающие из

внутренних органов.

Каждый анализатор воспринимает определенный сигнал, реагирует на холод, тепло, боль и т.д.

Информация, поступающая через анализаторы, называется *сенсорной* (от лат. *sensus* - чувство, ощущение), а процесс ее приема и первичной обработки - *сенсорным восприятием*.

Общая функциональная схема анализатора следующая: *внешние сигналы - рецептор - нервные связи - головной мозг*.

Рецептор превращает энергию раздражителя в нервный процесс - нервные импульсы, которые со скоростью более 120 м/сек поступают по нервам в *центральную нервную систему* (ЦНС). Она включает головной и спинной мозг, представляющие миллиардное скопление нервных клеток. В ЦНС происходит их распознавание и выработка приказов для исполнения. Нервная система подготавливает и дает ответ на раздражение.

Между рецепторами и мозговым концом существует обратная связь. Эту деятельность называют *рефлекторной* (рефлекс - «отражение»). Например, человек машинально отдергивает руку от горячего, от громкого звука вздрагивает и т.д.

Павлов И.П. доказал, что рефлекторная деятельность головного мозга - основа всех проявлений психической жизнедеятельности человека. Именно благодаря этому человек защищен от опасности.

Характеристика зрительного анализатора. В процессе деятельности человек до 90% всей информации получает через зрительный анализатор.

Прием и анализ информации происходит в световом диапазоне (380-760 нм) электромагнитных волн. Воспринимаемый анализаторами глаза свет преобразуется в импульс. Он по зрительному нерву передается в мозг. В мозгу возникает зрительный образ.

Глаз, благодаря 7 млн. колбочкам сетчатки, различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Цвет - это отраженный от предмета свет. Свет - свойство световых лучей. Человек воспринимает свет как комбинацию трех цветов: красного, зеленого, синего. Зная эти особенности, в средствах отображения информации применяют не более трех цветов. Наилучшее зрительное восприятие производят лучи зелено-желтого цвета с длиной волны 555 нм. У некоторых людей наблюдается цветовая слепота - *дальтонизм*. Впервые это явление описал английский ученый Джон Дальтон в XVIII веке. Существует три разновидности частичной цветовой слепоты: протанопия, дейтеранопия, тританопия. Каждая из них характеризуется невозможностью восприятия одного из трех основных цветов. При протанопии люди не воспринимают красный цвет, при дейтеранопии человек зеленые цвета не отличает от темно-красных и голубых. Страдающие тританопией не воспринимают лучи синего и фиолетового цвета. Дальтонизм является результатом отсутствия одного из трех видов колбочек.

В каждой сетчатке человека слой зрительных рецепторов - палочек и колбочек. Световая чувствительность колбочек во много раз меньше, чем палочек, которые работают при малом освещении. Поэтому в сумерках из-за резкого снижения колбочкового зрения и преобладания периферического зрения мы не различаем цвета.

По некоторым источникам собаки и копытные не распознают цвета. Из млекопитающих воспринимают цвет только человек и обезьяна.

Наш глаз, похожий на фотоаппарат с самонастраивающимся объективом, может сохранять ощущение светового сигнала в течение 0,1–0,3 сек. Благодаря такой инерции зрения сигнал при определенной частоте мелькания воспринимается как постоянно светящийся источник. Такую

частоту называют *критической частотой слияния мельканий*. Ее величина равна 3-10 Гц. Инерция зрения позволяет воспринимать движущее в сложном изображении. Это явление использовано в кинематографе. Иногда на экране можно наблюдать странную картину: колеса движущейся машины вращаются в противоположную сторону. Это одна из многих зрительных иллюзий. Ее называют *стробоскопический эффект* (восприятие в условиях прерывистого наблюдения быстро движущегося предмета неподвижным). Стробоскопический эффект опасен. Особенно эта опасность возросла с появлением газоразрядных ламп. Дело в том, что они безынерционные. При частоте вспышек света больше числа оборотов вращающихся предметов создается иллюзия вращения в обратную сторону или неподвижности вращающегося предмета.

Глаз обладает способностью приспосабливаться к различной освещенности (*адаптация*), рассматривать предметы на различных расстояниях (*аккомодация*).

При оценке восприятия предметов основным понятием является *острота зрения*. Она характеризуется минимальным углом, под которым две точки видны как отдельные. Острота зрения зависит от освещенности, контрастности, формы объекта и других факторов.

При восприятии объектов в трехмерном пространстве различают бинокулярное поле зрения. Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-180°, по вертикали вверх - 55-60° и вниз 65-72°. Перечисленные особенности зрения используются при разработке требований к СОИ (средств отображения информации).

Характеристика слухового анализатора. С помощью звуковых сигналов человек получает до 10% информации. Характерными особенностями слухового анализатора являются:

- способность быть готовым к приему информации в любой момент времени;
- способность воспринимать звуки в широком диапазоне частот и

выделять необходимые;

- способность устанавливать со значительной точностью место расположения источника звука.

Ухо состоит из трех частей: *наружное, среднее и внутреннее*. Они выполняют две функции: восприятие звука и сохранение равновесия тела, т.к. вестибулярный аппарат находится во внутреннем ухе. В ухе насчитывается 23 тысячи клеток-рецепторов, в которых звуковые сигналы превращаются в нервные импульсы. Некоторые идут в мозг. У человека эти анализаторы парные. Человеческое ухо способно воспринимать звук с частотой от 16 до 20 тысяч Гц. Уши боятся чрезмерного звука.

Психофизическая деятельность человека. Любая деятельность содержит ряд психических процессов и функций, которые обеспечивают достижение требуемого результата.

Приняв вышеперечисленными анализаторами информацию, человек ее анализирует и преобразует. При этом решающая роль принадлежит памяти и мышлению. Мозг человека способен запоминать. Он дарит нам память - способность сохранять полученную информацию. *Память* - процесс запоминания, сохранения, последующего узнавания и воспроизведения того, что было в прошлом опыте.

Различают *кратковременную и долговременную* память. *Кратковременная* (секундная или оперативная) память - кратковременный (на несколько минут или секунд) процесс достаточно точного воспроизведения только что воспринятой информации через анализаторы. Например, сохранение первых слов речевой информации. Кратковременная память может удерживать лишь небольшое количество информации (5-7 единиц).

Запоминание может быть осмысленное и механическое. Первое в двадцать раз эффективнее второго. Объясняется это тем, что механическое запоминание основано на многократном повторении материала, осмысленное - на его понимании. Осмысленное запоминание является наиболее продуктивным. Лучшее запоминание достигается при сочетании образа и

слова.

Доказано, что в оперативной памяти происходит не только процесс запоминания информации, но и «сбрасывание», т.е. забывания. *Забывание* — процесс, при котором происходит «выпадение» того или иного материала из памяти. Это неравномерный процесс, падающий в первые часы запоминания до 40%. Одним из средств, препятствующих забыванию, является повторение информации, хранящейся в памяти. Процедура повторения дает возможность переводить информацию из оперативной в долговременную память.

Долговременная память - вид памяти, для которой характерно длительное сохранение материала после многократного его повторения и воспроизведения. Она хранит информацию как бы впрок. Долговременная память обеспечивает хранение информации в течение длительного времени (часы, дни, месяцы, годы). Информация, поступившая в долговременную память, с течением времени забывается. Усвоенная информация наиболее значительно уменьшается за первые 9 ч: со 100% она падает до 35%. Задача долговременной памяти - организация поведения в будущем, требующая прогнозирования вероятности событий. На основании принятой и переработанной информации человек принимает решение. Оно требует осуществления волевого акта. Процедура принятия решения зависит от состояния психики человека, его подготовленности, жизненного опыта, наличия стрессовых ситуаций и т.д. Принятое решение только тогда имеет смысл, когда оно правильно своевременно реализовано.

Виды трудовой деятельности человека

Деятельность человека по характеру выполняемой работы можно разделить на три группы: *физический, умственный труд и механизированные формы физического труда.*

Физический труд. Физическим трудом или работой называют выполнение человеком энергетических функций в системе «человек - орудие труда». При этом основная нагрузка приходится на опорно-двигательный

аппарат. Физическая работа требует значительной мышечной активности. Она подразделяется на два вида: *динамическую и статическую*.

Динамическая работа связана с перемещением орудий труда при непостоянстве рабочей позы человека. *Статическая* работа связана с фиксацией орудий труда в неподвижном состоянии и статической (постоянной) рабочей позой. Статический вид труда более утомителен для работающего, так как напряжение мышц длится непрерывно без пауз и отдыха, кровообращение затруднено. В зависимости от величины мышечной массы, необходимой для ее выполнения выделяют три вида физической работы: *локальную, региональную и глобальную*.

Локальная работа - при ее выполнении участвуют преимущественно мышцы обеих рук, т.е. используется не более 1/3 мышечной массы тела человека.

Региональная работа - мышечная деятельность, выполняемая обеими руками с участием большинства мышц туловища, а также ходьбу без перемещения больших грузов. Используется от 1/3 до 2/3 мышечной массы тела человека.

Глобальная работа - при ее выполнении участвуют все конечности тела человека и мышцы туловища. Используется более 2/3 мышечной массы тела человека.

В зависимости от вида выполняемой работы напрягаются те или иные органы тела человека. Они устают. Это может приводить к ошибочным действиям, результатом которых могут быть аварии, травмы и человеческие жертвы.

При физическом труде происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека.

Умственный труд (интеллектуальная деятельность). Этот труд включает в себя все виды деятельности, требующие напряженной работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения. Он включает в себя способность мышления и понимания событий,

протекающих в процессе труда.

В современных условиях человек должен иметь способность перерабатывать разнообразную информацию за короткий промежуток времени, правильно ее оценивать и принимать правильное решение.

Формы умственного труда подразделяются на пять видов.

Операторский труд - отличается большой ответственностью и высоким нервно - эмоциональным напряжением.

Управленческий труд - характеризуется большим объемом информации, повышенной личной ответственностью за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд - требует большого объема памяти, внимания, нервно-эмоционального напряжения.

Труд преподавателя - постоянный контакт с людьми, повышенная ответственность, высокая степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд учащегося - напряжение основных психических функций: памяти, внимания, восприятия.

Умственный труд связан с *психоэмоциональным* напряжением. Формированию психоэмоционального напряжения способствуют конфликты личностного характера, эмоционально насыщенная речь, неуверенность в себе, хроническая тревожность, а также производственные конфликты, хроническое нарушение режима труда и отдыха, сменный характер работы, ночные смены и т.д. Это приводит к перенапряжению деятельности головного мозга, зрения, слуха, а также различным стрессовым ситуациям. При интенсивной интеллектуальной деятельности потребность мозга в энергии повышается, составляя 15 - 20% от общего объема в организме. Нервно-эмоциональное напряжение сопровождается повышением давления, потреблением кислорода и другими изменениями. По окончании умственной работы утомление остается дольше, чем при физической работе.

Механизированные формы физического труда в системе «человек - машина». Это выполнение человеком умственных и физических функций,

т.е. задействованы мышцы, центральная нервная система и головной мозг.

Оценка интенсивности физического и умственного труда.

Для оценки интенсивности *физического* труда существует показатель *тяжесть труда*. Тяжесть труда определяется энергетическими затратами и измеряется в кг/м или кДж. Количественной оценкой *умственного* труда является *степень нервно-эмоциональной напряженности*. Она определяется величиной информационной нагрузки. Согласно руководству «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса ГОСТ Р 2.2.755-99», для оценки интенсивности труда используются четыре категории тяжести и напряженности труда.

1 - *работа легкая, ненапряженная*. Это *оптимальный* показатель трудового процесса.

2 - *работа средней тяжести, мало напряженная*. Это *допустимый* показатель трудового процесса.

3 - *работа тяжелая, напряженная (1 степень)*. Это *вредный* показатель трудового процесса.

4 - *работа очень тяжелая, очень напряженная (2 степень)*. Это *опасный* показатель трудового процесса.

Тяжесть и напряженность труда влияют на состояние здоровья и заболеваемость рабочих. Если на рабочем месте фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах *оптимальных* или *допустимых* величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1 или 2 классам. Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда в соответствии с Гигиеническими критериями могут быть отнесены к 3 классу *вредных* или 4 классу *опасных*.

Основы профилактики труда. Эффективность трудовой деятельности человека зависит от следующих компонентов: предмета и орудия труда, организации рабочего места, гигиенических факторов среды, работоспособности организма человека.

Характеристика физической тяжести и напряженности труда

Работоспособность организма. Во время трудовой деятельности функциональная способность организма изменяется во времени. В соответствии с суточным циклом организма *наивысшая* работоспособность человека отмечается в утреннее (с 10 до 12 ч) и дневное (с 15 до 17 ч) время. Днём *наименьшая* работоспособность отмечается в период между 12 до 15 ч,

Признак	Критерии тяжести и напряженности труда			
	1	2	3	4
Тяжесть труда				
Максимальная величина перемещаемого груза, кг	до 5	6-15	16-40	40
Энергозатраты, кДж	до 628,5	1047,5	1885,5	1885,5
Частота пульса, удар/мин	до 90	100	120	120
Напряженность труда				
Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	до 10	до 25	25
Плотность сигналов - сообщений в среднем за 1 час	до 75	до 175	до 300	300
Продолжительность сосредоточенного наблюдения, мин.	до 25	до 50	до 75	75

а в ночное время, с 3 до 4 ч, достигает своего минимума. С учётом этих закономерностей развития суточной периодики работоспособности человека, определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах, перерывы на отдых и сон.

В течение недели наивысшая работоспособность приходится на второй, третий и четвертый день работы, а в последующие дни недели она понижается, падая до минимума в последний день работы. Правильная организация трудового процесса обеспечивает наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшает утомляемость.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия:

- а) обеспечение нормального состояния окружающей среды;
- б) чередование периодов работы и отдыха;
- в) двукратный отпуск в течение одного года работы;
- г) целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд.

Реабилитация (восстановление) является эффективным способом повышения работоспособности и укрепления здоровья рабочего (занятия физкультурой, организация нормального питьевого режима и т.д.). Благоприятно действие музыки, вызывающей положительные эмоции, снижающей утомительность труда. Работа в условиях превышения нормативов интенсивности физического труда должна осуществляться с использованием средств защиты. Для облегчения тяжелого физического труда используются различные машины, обеспеченные системой органов управления, средства малой механизации и т.д.

Профессиональная пригодность человека.

Цель профотбора - определение пригодности человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии.

Профессиональная *готовность* определяется исходя из уровня обра-

зования, опыта подготовки исполнителя.

Профессиональная *пригодность* устанавливается с учетом степени соответствия индивидуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Профотбор представляет собой специально организуемое исследование, основанное на четких качественных и количественных оценках с помощью ранжированных шкал. Он позволяет не только выявить, но и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии. Для изучения профессионально важных качеств человека используют *анкетный, аппаратный и тестовый методы*.

Анкетный метод заключается в том, что с помощью вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешне оценочными, когда оценку дает эксперт на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым.

Аппаратный метод состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратов.

Тестовый метод располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому. Исходным материалом для проведения работы по профессиональному подбору (отбору) являются *профессиограммы*. Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств личности необходимых для выполнения данной профессии. Перечень этих показателей приведен в табл.

Профессионально важные показатели свойств и качеств личности

Группы	Виды показателей	
I	Физические	Выносливость к физическим усилиям. Затраты мышечной энергии. Динамическая и статическая нагрузки. Выносливость к климатическим изменениям. Сила рук
II	Психосенсорные	Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений. Чувствительность к различию ощущений. Восприятие предметов в статическом положении и движении
III	Психомоторные	Восприятие пространства и времени. Темп движения. Скорость двигательной реакции. Ритм. Координация движений. Устойчивость движений. Точность движений
IV	Интеллектуальная сфера	Особенность внимания. Наблюдательность. Зрительная, слуховая и двигательная память. Воображение. Особенности мышления. Понимание технических устройств и существа, техпроцессов
V	Темперамент и характер	Тип наивысшей нервной деятельности. Эмоционально-волевые качества. Целеустремленность. Настойчивость. Старательность. Инициативность. Активность. Организованность. Способность к сотрудничеству
VI	Социально-психологические	Чувство товарищества и коллективизма Отношение к труду

Вопросы для самоконтроля

1. *Охарактеризуйте 5 видов совместимости в системе «человек - машина - среда» для обеспечения оптимальных и безопасных условий ее функционирования.*
2. *Укажите функциональную схему анализатора и функции его составляющих?*
3. *Что такое стробоскопический эффект. Чем он опасен?*
4. *Что относится к психофизической функции человека при*

обеспечении безопасности труда?

5. *Охарактеризуйте три вида физической работы в зависимости от величины мышечной массы задействованной в труде.*

6. *Чем характеризуется умственный труд. Его классификация.*

7. *Оценка интенсивности физического и умственного труда. К какому виду труда относится работа бурильщика скважин?*

8. *Нарисуйте график динамики работоспособности работающего в течение рабочего дня в координатах (ось X- время, час; ось Y - работоспособность, от 50 до 100%). Укажите время 10-15 минутных перерывов отдыха.*

9. *Перечислите мероприятия, направленные на нормализацию условий труда.*

10. *Цель профотбора. Чем отличается профессиональная готовность от пригодности человека к конкретному виду деятельности? Методы изучения профессиональных качеств человека.*