



# Эргономические принципы проектирования транспортных систем



Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

Лекционный курс

Автор

Апальков А.Ф.

Ростов-на-Дону,  
2018

## **Аннотация**

Лекционный курс предназначен для магистрантов. Раскрывает базовые знания для ведения научно-исследовательской работы и закладывает основы для подготовки к государственному экзамену и защите магистерской диссертации.

## **Автор**

**Апальков Александр Федосеевич –**

**к.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация  
транспортных систем и логистика»**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛЕКЦИЯ №1.....	4
ЛЕКЦИЯ №2.....	8
ЛЕКЦИЯ №3.....	11
ЛЕКЦИЯ №4.....	14

## ЛЕКЦИЯ №1

### ВВЕДЕНИЕ

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.

Решение проблемы безопасности жизнедеятельности состоит в обеспечении нормальных (комфортных) условий деятельности людей, в защите человека и окружающей его среды (производственной, природной, городской, жилой) от воздействия вредных факторов, превышающих нормативно-допустимые уровни. Поддержание оптимальных условий деятельности и отдыха человека создает предпосылки для высшей работоспособности и продуктивности. Эргономические исследования подчинены задачам проектирования, их результаты отличаются от традиционных научных знаний тем, что ориентированы главным образом не на познание, а на преобразовательно-проектное действие. Основываясь на многообразии практических и проектных задач, эргономические исследования имеют собственную логику.

Эргономика не изучает рабочую среду и другие ее виды как таковые, это предметы других наук. Для эргономики важно влияние среды на эффективность и качество деятельности человека, его

работоспособность, физическое и психическое благополучие. Эргономика определяет оптимальные величины нагрузок - как по отдельным показателям, так и в их сочетании.

### 1. ЭРГОНОМИКА - НАУЧНАЯ И ПРОЕКТИРОВОЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Эпоха неслыханной власти техники над человеческой душой кончится, но кончится она не отрицанием техники, а подчинением ее духу.

Н.А.Бердяев

#### 1.1 Объект и предмет изучения эргономики

Объектом изучения эргономики является система «человек - машина», а предметом - деятельность человека или группы людей с техническими средствами. Система «человек - машина» относится к числу основных понятий эргономики, в котором фиксируются существенные признаки данного класса объектов. В целостном образовании, каковым является система «человек - машина», эргономика вычленяет и решает проблемы распределения функций в системе, соотношения деятельности человека с функционированием технической системы и ее элементов, распределения и согласования функций между людьми при выполнении рабочих задач, а также проектирует или организует деятельность человека с техническими системами, обосновывает требования к указанным средствам деятельности и условиям ее осуществления, разрабатывает методы реализации этих требований в процессе проектирования и использования систем.

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

Общая цель эргономики формулируется как единство трех аспектов исследования и проектирования: удобство и комфортные условия эффективной деятельности человека; эффективное функционирование систем «человек - машина»; сохранение здоровья и развития личности.

В конкретном исследовании и проектировании тот или иной аспект может превалировать. Однако общая цель реализуется через совокупность и взаимодополняемость указанных аспектов. Имея в качестве объекта исследования систему «человек - машина», эргономика изучает определенные ее свойства, которые обусловлены положением и ролью человека в системе. Эти свойства получили название человеческих факторов в технике. Они представляют собой интегральные показатели связи человека, машины, предмета деятельности и среды, проявляющиеся при деятельности человека с системой и при ее функционировании, связанные с достижением конкретных целей. Человеческие факторы в технике - это структурные образования различной степени сложности, в этом смысле они представляют собой некоторое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение. Теоретические представления о природе человеческих факторов в технике позволяют развернуть структурную схему формирования целостной эргономической характеристики системы «человек - машина», которая представляет оборотную сторону проблемы соотношения экспериментальных показателей с критериями, используемыми при проектировании и оценке систем «человек - машина». Эта иерархическая динамическая структура включает несколько уровней, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению ее составляющих. Высший уровень рассматриваемой структуры - эргономичность системы «человек - машина» - взаимосвязан с критериями производительности, надежности, экономичности, экологичности и эстетичности. Эргономичность – это целостность эргономических свойств, к которым относится управляемость, обслуживаемость, осваиваемость и обитаемость.

В 19 веке возникла отрасль знаний, которая была названа эргономикой. В 20-х годах 20 века в связи с бурным развитием техники появилась инженерная психология. Эргономика в переводе с греческого означает « закон работы». Эти две отрасли знаний настолько тесно связаны , что содержание учебников по этим дисциплинам совпадает на 70%. Тем не менее объекты и предметы этих наук не тождественны.

Предмет эргономики – трудовая деятельность человека в процессе взаимодействия с техническими системами и в условиях существенного влияния на него факторов внешней среды.

Т.о. инженерная психология является составной частью эргономики. Эргономика синтезирует ряд наук и предполагает комплексное исследование объекта: социальное, психологическое, физиологическое, антропометрическое, эстетическое, экономическое, медико- гигиеническое.

Основные проблемы инженерной психологии и эргономики: рост нервно-психических заболеваний (т.н. «индустриальный стресс»), текучесть кадров и вытекание отсюда проблемы переподготовки и адаптации, травматизм ( производственный, транспортный и бытовой) , эффективность СЧТС.

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

Цели и задачи эргономики. Преследуя стратегическую цель- научную организацию труда (НОТ), эргономика ставит перед собой следующие цели:

1. Повышение эффективности СЧТС
2. Повышение безопасности деятельности в СЧМ и СЧТС
3. Повышение комфортности СЧТС
4. Создание условий для развития личности в СЧМ и СЧТС

Задачи инженерной эргономики:

1. Анализ функции человека в СЧМ
2. Исследование перцептивных и мнемонических процессов в деятельности оператора
3. Исследование оперативного мышления и принятия решений оператором
4. Исследование функциональных состояний оператора
5. Анализ групповой деятельности операторов
6. Исследование надежности оператора в СЧМ и СЧТС, надежности СЧМ и СЧТС
7. Инженерно- психологическая и эргономическая оценка СЧМ и СЧТС
8. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование СЧМ и СЧТС
9. Организация рабочего места оператора
10. Разработка принципов и методов обучения операторов
11. Определение экономического эффекта инженерно-психологических и эргономических разработок

Исторически первый подход - техническое проектирование. В данном случае разрабатываются отдельные блоки без учета их взаимосвязи. Согласование достигается только на этапе испытаний. Психофизиологические возможности человека учитываются интуитивно. Такой подход возможен только при простой технике.

На смену ему пришла концепция системотехнического проектирования. Здесь проектируются не отдельные блоки, а единая система с учетом взаимосвязей и взаимного влияния отдельных блоков и человеческого фактора. Человек рассматривается не отдельно, а как компонент системы «Ч - М». Учет человеческого фактора заключается в проектировании устройств отображения информации и ОУ в соответствии с психофизиологическими возможностями человека. Объектом проектирования, по-прежнему, является техника.

Ограниченность системотехнического подхода преодолевает концепция инженерно-психологического проектирования, предложенная Б.Ф. Ломовым, базирующаяся на деятельностной концепции. Объектом проектирования является, прежде всего, деятельность оператора, а затем технические устройства, необходимые для реализации данной деятельности.

Узость описанных подходов попытался преодолеть комплексный подход. Этот подход включает аспекты: технический, инженерно-психологический, художественный. Инженерно-психологическое направление проектирования, в данном случае, может базироваться либо на принципе антропоцентризма (где оператор рассматривается как главное звено СЧМ), либо на принципах

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

равнокомпонентного подхода. Предпочтение отдается тому подходу, который адекватен решаемым задачам проектирования.

Кибернетика обусловила появление на базе кибернетических принципов возникновения эргаматических концепций.

СЧМ рассматривается как эргамата - система, состоящая из машины и человека, выполняющей определенную работу действиями человека внутри системы. Поведение эргамата описывается системой дифференциальных уравнений. Задача проектирования заключается в определении состава элементов системы и их функций. Окончательный вариант структуры эргамата определяется оптимизацией общецелевой системной функции с учетом накладываемых ограничений (точностных, надежностных, временных). Концепции нашли применение в проектировании транспортных систем.

Методы решения задач проектирования:

О Анализ «прототипа (например, биосистемы)

О Математическое моделирование О Метод экспертных оценок

Этапы (структура) инженерно-психологического проектирования:

1. Определение характеристик объекта управления (статических: вес, размер ...; динамических (например, быстродействие); целей и задач системы)
2. Распределение функций между Ч и Т (на основе анализа возможностей Ч и Т)
3. Распределение функций между операторами (выбор структуры группы, числа рабочих мест, коммуникативной сети, задач каждого РМ)
4. Проектирование деятельности оператора (определение структуры и алгоритма деятельности оператора, требований к свойствам оператора, допустимых норм деятельности)
5. Проектирование технических средств деятельности оператора (информационной модели, органов управления, организации РМ)
6. Оценка системы «Человек - Техника - Среда».

Общие принципы эргономического проектирования:

1. системной эргономичности (достижение высшей эффективности СЧТС при соблюдении допустимых и оптимальных условий деятельности оператора)
2. адаптивной эргономичности (по мере развития техники критерии эргономичности должны пересматриваться в направлении повышения оптимальности среды)
3. научной эргономичности (на основе объективных количественных оценок на всех стадиях проектирования)
4. информационной эргономичности (информация д.б. полной, достоверной, актуальной, подаваться в оптимальной форме и темпе)
5. программно-интеллектуальной эргономичности (оптимальной распределений функций между оператором и машиной, освобождение оператора от монотонных рутинных операций)

Конкретные принципы эргономического проектирования:

1. взаимодополнения, распределения функций (между техникой и оператором)

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

2. проектирования деятельности оператора (антропоцентрический принцип). Оператор рассматривается не как компонент СЧМ, а как центральное звено.
3. лабализации функций (СЧТС должна быть спроектирована т.о. чтобы оператор по мере проф. роста мог переходить на более высокий уровень решения оперативных задач, задействуя новые возможности техники)
4. компенсации функций (вышедшие из строя функции техники д.б. передаваться человеку. С др. стороны техника должна компенсировать недостающие или выходящие из строя функции оператора)
5. активизации функций (принцип активного оператора). Оператор должен иметь возможность вести самостоятельный информационный поиск.
6. принцип удовлетворённости оператора (процессом и результатом своего труда). Предполагает возлагать на человека те задачи, где он может себя проявить как творческая личность.
7. принцип легкости обучения оператора
8. принцип индивидуализации (при проектировании должны учитываться возможности выработки индивидуального стиля деятельности)

## ЛЕКЦИЯ №2

### ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Классификация факторов производственной среды

1. физические
  - метеорологические (температура и движение воздуха, влажность...)
  - светотехнические (освещение, цветоритмы, шумы)
  - бароакустические (шумы, атмосферное давление)
  - механические (ускорения, вибрации)
  - электромагнитные (электрические и магнитные поля, атмосферное электричество)
  - радиационные (ионизирующие, радиационные, тепловые)
2. химические
  - естественный состав воздуха
  - примеси (пары, газы, аэрозоли)
3. психофизиологические
  - физическая нагрузка
  - режим труда. и отдыха
  - нервно-психическая нагрузка
  - травматизм
  - монотония
  - рабочая поза
4. эстетические
  - гармоничность цветовой гаммы, звуковой среды, запахов
  - композиционная согласованность природного пейзажа



## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

- композиционная целостность рабочих помещений
- композиционная согласованность оборудования
- 5. социально-психологические
- совместимость и сплоченность коллектива
- СПК (в частности - конфликтность)
- особенности коммуникации.

Уровни нормирования факторов производственной среды -

1. оптимальный (человек способен находиться неопределенно долгое время в данных условиях, воздействие факторов не вызывает напряжения систем организма. Этот уровень предусматривается при проектировании жилых домов, школ, больниц...)

2. эксплуатационный (человек испытывает напряжение систем организма, пребывание, в данных условиях не должно превышать времени рабочей смены)

3. предельно-допустимый (предполагается эпизодическое, пребывание человека, в данных условиях, допускается временное снижение работоспособности)

4. предельно-переносимый (жизнь человека обеспечивается при минимальной деятельности; допустим только в аварийных ситуациях)

Медико-физиологическая классификация тяжести работ выделяет 6 категорий:

1. оптимальные условия
2. предельно-допустимые
3. неблагоприятные, вызывающие пограничные состояния систем организма
4. неблагоприятные, вызывающие предпатологические состояния систем организма (включаются компенсаторные механизмы)
5. патологические состояния к концу смены
6. патологические состояния в начале смены

Так, например, в 6 баллов оценивается температура 35° на РМ, ходьба на РМ до 17 км за смену, шум, превышающий предельно допустимый в 10 раз и сопровождающийся вибрациями... В-5-баллов, оценивается тяжесть работы, требующей принятия рискованных решений при дефиците времени или ответственности за безопасность ценностей и людей...

Способы защиты оператора

- активная защита (выявляется источник и ликвидируется, или изолируется его действие на оператора)
- пассивная защита
- общая = всего помещения (например, использование шумопоглощающих перегородок)
- индивидуальная (например, спецодежда, вентиляция рабочего места...)

Воздействие факторов среды на оператора

Температура. Оптимальная: 18 - 24° при влажности 30 - 60% (при 100% выключается потоотделение, организм перегревается)

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

Высокая температура ведет к снижению работоспособности, объема оперативной памяти, внимания, ухудшению оперативного мышления

Освещенность.

Основные требования:

1. правильный выбор источника и системы освещения
2. необходимый уровень освещения
3. ограничение слепящего действия света
4. устранение бликов
5. равномерность освещения
6. тах освещенность при ремонтных приборных работах (1000 - 2000лк), min - при общих ремонтных работах и простом наблюдении (300 - 500лк), средний - для записей и оборудования конторского типа (500 - 1000лк)
7. рекомендуемые отражающие свойства для потолка 80 - 90- %; для стен 50 - 60%; рабочие панели 15-20 %; пола 15 - 30%

Теплые тона (фасный, оранжевый; желтый), вызывают ощущение тепла, бодрости, замедления течения времени, повышают точность считывания показаний с приборов, кроме цифр 4 и 7 (они лучше распознаются на холодном фоне). Вегетативные сдвиги и изменения психических функций менее выражены.

Холодные тона (синий, зеленый, фиолетовый) вызывают ощущение покоя, холода. Предметы и поверхности кажутся меньше.

Одновременное использование теплых и холодных тонов вызывает диссонанс, растерянность, беспокойство. Светлые тона - ощущение легкости, свободы (производственные помещения лучше окрашивать в светлые тона)

Темные - чувство подавленности, беспокойства...

Цвет д. соответствовать функциям помещения (при высоких температурах окрашивать в холодные тона...)

Шумы. Вызывают сильные вегетативные сдвиги, мозговые нарушения, расстройства ССС, потерю слуха, снижают работоспособность, скорость и точность сенсомоторных реакций, нарушают координацию (особенно сложных действий), | скорость мышления, концентрацию внимания. Растет число ошибок.

Оказывают сильное воздействие на эмоциональную сферу (особенно высокочастотные и прерывистые шумы!). А именно: растет раздражительность и невротизация, снижается альтруистичность, желание помочь.

Маскируют полезные сигналы.

Особенно вреден шум во время сна (даже 45дб!).

Для каждого вида рабочего места существует *оптимальный шумовой фон*. На монотонных РМ рекомендуется функциональная музыка (4 трансляции по 30 минут).

Вибрации. Основные параметры: амплитуда, частота, скорость, общий или местный характер. Мах неблагоприятна низкочастотная вибрация с малой амплитудой. В частности 68 гц - в этом диапазоне находится резонансная частота тела, головы, брюшной полости.

Вибрация снижает остроту зрения, нарушает восприятие пространства, вызывает головную боль, головокружение, виброболезнь, атрофию мышц.

## ЛЕКЦИЯ №3

### Эргономическое проектирование

Диапазон объектов, в создании которых участвует эргономика, велик: от космического корабля до обычной лопаты, от оборудования кухни до аппаратных и программных средств вычислительной техники.

Возникающие при создании и использовании таких разнообразных объектов эргономической задачи схожи между собой по постановке и методам решения.

Эргономические принципы, методы и данные имеют непосредственное отношение ко всем стадиям создания и использования систем: анализу, проектированию, разработке, испытаниям, оценке, функционированию оборудования. Определяющим является проектирование, то есть тесно связанная с наукой и инженерией деятельность по созданию проекта- прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта.

процесса. Наряду с традиционными видами проектирования (техническое, архитектурное) сложились новые направления проектирования систем «человек - машина», организаций, деятельности, такие, как экологическое, социальное и генетическое проектирование.

Проектирование систем «человек - машина», направленное на оптимизацию деятельности человека по их освоению, управлению, обслуживанию и ремонту в нормальных и экстремальных условиях с целью обеспечения эффективного, надежного, безопасного функционирования систем, при одновременном сохранении здоровья работающих людей и развитии личности, выделилось в самостоятельное направление - эргономическое проектирование.

Эргономическое проектирование - составная часть разработки проектов, осуществляемая с учетом их отличительных признаков:

четкие цели, которые должны быть достигнуты с одновременным выполнением ряда технических, экономических и других требований;

внутренние и внешние взаимосвязи операций, задач и ресурсов, требующие четкой координации в процессе выполнения проекта;

определенные сроки начала и конца проекта;

ограниченные ресурсы;

определенная степень уникальности целей проекта, условий осуществления;

неизбежность различных конфликтов.

Эргономическое проектирование осуществляется на всех этапах общего процесса проектирования. На стадии технического задания важно выполнить корректный эргономический анализ задач инженерного проектирования, определив действительную роль человека в управлении, обслуживании и ремонте системы, возможное воздействие на него условий ее функционирования. Анализ рабочих задач, деятельности человека, прототипов и аналогов проектируемого объекта, а также нормативно-технической документации проводимый по выбранной или специально разработанной методике, является важным этапом эргономической деятельности на стадии технического предложения и эскизного проекта.

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

На стадии разработки технического проекта в качестве его составной части выполняется эргономический проект, содержание которого сводится к окончательному эргономическому решению проектируемого

объекта. Эргономическое решение основывается на распределении функций в системе «человек - машина», проектировании рабочих задач и деятельности человека. Проект включает эргономические требования к

человеку, технической системе, рабочему месту, среде. В техническом проекте также определяются окончательный состав специалистов, их функциональные обязанности и организация работы; состав коллективных и индивидуальных средств отображения информации, органов управления, рабочих мест и пультов управления. Иными словами, эргономический проект определяет эргономические свойства создаваемого объекта.

Таким образом, эргономику как сферу научной и проектной деятельности можно отнести к комплексным научно-техническим дисциплинам, в которых невозможно отделить исследование активного «деятельностного объекта» от исследования воздействий на него, то есть от его проектирования,

совершенствования. В то же время изучение и воздействие не сливаются, но взаимно переходят друг в друга. постоянно взаимодействуют.

### 1.5 Общая характеристика эргономических исследований

Методы исследования в эргономике условно могут быть разделены на три группы: аналитические, или описательные, экспериментальные и расчетные. В большинстве исследований они тесно переплетены между собой и применяются одновременно, дополняя и обогащая друг друга.

Эргономическое исследование начинается с анализа деятельности человека и функционирования системы «человек-машина». Его цель - определение места и роли человека в системе: описание функциональной структуры его деятельности, присущих ей психических и психофизиологических функций: выявление человеческих факторов в технике, влияющих на эффективность и надежность системы в целом и ее частей. Цели анализа зависят от конкретной задачи. Если предстоит проводить экспериментальные исследования, то анализ нужен главным образом для выбора адекватной модели деятельности, для отдельных действий, а также для определения задач эксперимента. Если требуется экспертиза системы «человек - машина», то целью анализа будет выявление тех компонентов системы, по которым должна производиться эргономическая оценка. При разработке критериев и методов профессионального отбора анализ будет направлен на определение свойств личности, существенно влияющих на качество выполнения деятельности. Усовершенствование технических средств или системы с целью наиболее полного учета возможностей и особенностей работающего человека предполагает, во-первых, точное знание причин неудовлетворенности

### Основные задачи эргономического проектирования рабочей системы

Рабочее место- это зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя. Любые рабочие места независимо от их специализации должны быть приспособлены для конкретного вида труда с учетом психофизиологических и антропометрических

### Эргономические принципы проектирования транспортных систем

данных работника. Эргонометрический принцип – « не человек для машины, а машина для человека». С этих позиций планируется расположение моторного поля рабочего места-поля, на котором работающий выполняет соответствующие операции. Проектирование – скорее искусство, чем наука. В нем смешались формальные и неформальные методы, анализы, математика, а также элементы суждений, опыта.

Понятие « рабочая система» и эргономические принципы ее проектирования.

В 1993 году обновлен международный стандарт « Эргономические принципы проектирования рабочих систем», разработанный в 1981 году техническим комитетом международной организации по стандартизации. Новая его редакция закрепляет мировой опыт использования эргономических знаний для совершенствования производственных систем, включая проектирование рабочих задач и действий по их выполнению, различных видов работ, процессов, организации рабочих мест, оборудования, рабочей среды.

Стандарт придает определенный правовой статус эргономическому проектированию и знаменует официальный пересмотр традиционной процедуры проектирования производственных систем, которая определяется требованиями, предъявляемыми оборудованием и техническими средствами.

Новым для российских эргономистов явился термин «рабочая система», который в соответствии со стандартом включает одного человека или большее число людей и производственное оборудование используемое при выполнении задачи системы в рабочем пространстве, в среде на рабочем месте и в ситуациях, определяемых рабочими задачами. К производственному оборудованию, согласно стандарту относятся инструменты, машины, транспортные средства, приборы, рабочая мебель и различное вспомогательное оборудование. Под рабочим пространством понимается некоторый объем, предназначенный в рабочей системе для трудовой деятельности одного человека или большего числа людей и позволяющий выполнить рабочую задачу. Рабочая среда - это физические, химические, биологические, организационные, социальные и культурные факторы, совокупность которых составляет среду на рабочем месте. Рабочая задача - это цель, которая должна быть достигнута в определенных условиях, и требуемые действия для выполнения задачи человеком или большим числом людей. При проектировании рабочих систем, в отличие от традиционного инженерного проектирования, особое значение придается работающему человеку. Рассматриваются все потенциальные взаимодействия между работающими людьми и производственным оборудованием. Причем эти взаимодействия анализируются в среде на рабочем месте и при рабочих нагрузках людей. Устанавливается баланс между требованиями выполняемой работы и возможностями человека, в том числе и путем формирования оптимальных условий труда. Конечный результат - безопасность, сохранение здоровья и благополучие работающих людей при одновременном обеспечении экономической эффективности-

проектирование рабочих систем сводит к минимуму риск возникновения человеческих ошибок и тем самым предотвращает возможные несчастные случаи и аварии. Сохранение здоровья достигается не только за счет

### Эргономические принципы проектирования транспортных систем

сведения к минимуму или исключения вредных воздействий рабочей системы, но и путем формирования в процессе проектирования таких их свойств, которые будут оказывать положительное и благоприятное влияние на работающих людей. С одной стороны, сюда относится все, что связано с комфортом, и прежде всего предупреждение утомления и дискомфорта, с другой стороны, при более широком рассмотрении включаются такие факторы, как самооценка, удовлетворение работой и возможности для индивидуального развития человека. Экономические результаты проектирования рабочей системы - это эффективность, то есть выполнение рабочей системой своих функций, достижение качественного результата, и производительность - получение рабочей системой итога, при максимально возможном меньшем расходе времени, энергии и денежных средств.

Стандарт фиксирует научно обоснованные многократно проверенные на практике проектирования, принципы, методы и требования эргономики. Новизна состоит в том, что они становятся общепринятыми и формулируются комплексно как положения международного нормативно-технического документа, с которым должны считаться проектировщики, конструкторы, инженеры, дизайнеры, архитекторы и другие специалисты.

При проектировании рабочих систем важное место отводится распределению функций между человеком и машиной. Этому предшествуют:

анализ возможностей и ограничений как человека, так и машины при выполнении ими функций в рабочей системе; выбор между человеком и машиной в отношении выполняемых функций; оптимизация соотношения между функциями человека и машинными функциями.

Исходными данными для распределения функций являются назначение рабочей системы и условия ее функционирования. Нередко системы должны выполнять задачи, конкурирующие между собой. В этих случаях нахождение компромисса представляет предварительное условие распределения функций. Одни функции передаются человеку, другие - техническому средству или программному обеспечению, но чаще всего они выполняются ими совместно. В этом случае функции должны быть не просто переданы одному или другому элементу системы, а разделены между человеком и машиной. Требования к выполнению человеком своих функций зависят от уровня автоматизации системы. Распределение функций определяет качество не только функционирования рабочей системы, но и рабочей жизни людей. В идеале человеку должны быть отведены только те функции, выполнение которых положительно влияют на здоровье человека.

## ЛЕКЦИЯ №4

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ СИСТЕМЫ

Рабочее место- это зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя. Любые рабочие места независимо от их специализации должны быть приспособлены для

### Эргономические принципы проектирования транспортных систем

конкретного вида труда с учетом психофизических и антропометрических данных работника. Эргонометрический принцип – « не человек для машины, а машина для человека». С этих позиций планируется расположение моторного поля рабочего места-поля, на котором работающий выполняет соответствующие операции. Проектирование – скорее искусство, чем наука. В нем смешались формальные и неформальные методы, анализы, математика, а также элементы суждений, опыта.

Понятие « рабочая система» и эргономические принципы ее проектирования.

В 1993 году обновлен международный стандарт « Эргономические принципы проектирования рабочих систем», разработанный в 1981 году техническим комитетом международной организации по стандартизации.

Новая его редакция закрепляет мировой опыт использования эргономических знаний для совершенствования производственных систем, включая проектирование рабочих задач и действий по их выполнению, различных видов работ, процессов, организации рабочих мест, оборудования, рабочей среды.

Стандарт придает определенный правовой статус эргономическому проектированию и знаменует официальный пересмотр традиционной процедуры проектирования производственных систем, которая определяется требованиями, предъявляемыми оборудованием и техническими средствами.

Новым для российских эргономистов явился термин «рабочая система», который в соответствии со стандартом включает одного человека или большее число людей и производственное оборудование используемое при выполнении задачи системы в рабочем пространстве, в среде на рабочем месте и в ситуациях, определяемых рабочими задачами. К производственному оборудованию, согласно стандарту относятся инструменты, машины, транспортные средства, приборы, рабочая мебель и различное вспомогательное оборудование. Под рабочим пространством понимается некоторый объем, предназначенный в рабочей системе для трудовой деятельности одного человека или большего числа людей и позволяющий выполнить рабочую задачу. Рабочая среда - это физические, химические, биологические, организационные, социальные и культурные факторы, совокупность которых составляет среду на рабочем месте. Рабочая задача - это цель, которая должна быть достигнута в определенных условиях, и требуемые действия для выполнения задачи человеком или большим числом людей. При проектировании рабочих систем, в отличие от традиционного инженерного проектирования, особое значение придается работающему человеку. Рассматриваются все потенциальные взаимодействия между работающими людьми и производственным оборудованием. Причем эти взаимодействия анализируются в среде на рабочем месте и при рабочих нагрузках людей. Устанавливается баланс между требованиями выполняемой работы и возможностями человека, в том числе и путем формирования оптимальных условий труда. Конечный результат - безопасность, сохранение здоровья и благополучие работающих людей при одновременном обеспечении экономической эффективности-

## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

проектирование рабочих систем сводит к минимуму риск возникновения человеческих ошибок и тем самым предотвращает возможные несчастные случаи и аварии. Сохранение здоровья достигается не только за счет

сведения к минимуму или исключения вредных воздействий рабочей системы, но и путем формирования в процессе проектирования таких их свойств, которые будут оказывать положительное и благоприятное влияние на работающих людей. С одной стороны, сюда относится все, что связано с комфортом, и прежде всего предупреждение утомления и дискомфорта, с другой стороны, при более широком рассмотрении включаются такие факторы, как самооценка, удовлетворение работой и возможности для индивидуального развития человека. Экономические результаты проектирования рабочей системы - это эффективность, то есть выполнение рабочей системой своих функций, достижение качественного результата, и производительность - получение рабочей системой итога, при максимально возможном меньшем расходе времени, энергии и денежных средств.

Стандарт фиксирует научно обоснованные многократно проверенные на практике проектирования, принципы, методы и требования эргономики. Новизна состоит в том, что они становятся общепринятыми и формулируются комплексно как положения международного нормативно-технического документа, с которым должны считаться проектировщики, конструкторы, инженеры, дизайнеры, архитекторы и другие специалисты.

При проектировании рабочих систем важное место отводится распределению функций между человеком и машиной. Этому предшествуют:

анализ возможностей и ограничений как человека, так и машины при выполнении ими функций в рабочей системе; выбор между человеком и машиной в отношении выполняемых функций; оптимизация соотношения между функциями человека и машинными функциями.

Исходными данными для распределения функций являются назначение рабочей системы и условия ее функционирования. Нередко системы должны выполнять задачи, конкурирующие между собой. В этих случаях нахождение компромисса представляет предварительное условие распределения функций. Одни функции передаются человеку, другие - техническому средству или программному обеспечению, но чаще всего они выполняются ими совместно. В этом случае функции должны быть не просто переданы одному или другому элементу системы, а разделены между человеком и машиной. Требования к выполнению человеком своих функций зависят от уровня автоматизации системы. Распределение функций определяет качество не только функционирования рабочей системы, но и рабочей жизни людей. В идеале человеку должны быть отведены только те функции, выполнение которых положительно влияют на здоровье человека.

### **Эргономика рабочих мест**

Общие положения. Трудовая активность человека во многом определяется условиями, в которых он работает. К ним прежде всего относится рабочее пространство и рабочее место. Та часть рабочего пространства, где



## Эргономические принципы проектирования транспортных систем

располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде называется рабочим местом.

Проектирование рабочего пространства, несмотря на определенные трудности, следует начинать до принятия инженерных и производственных решений, ограничивающих число вариантов планировок, в соответствии с которыми может быть установлено оборудование, и до того, как приступят к подготовке чертежей общих видов. Если проектная группа не изучит требования работающих людей в самом начале и не откажется от

традиционной практики разработки нового оборудования и проектирования рабочего пространства, то вряд ли можно рассчитывать на какие-либо радикальные усовершенствования. Будет закрыта дорога не только к усовершенствованиям, возможны даже решения рабочего пространства и рабочего места, которые приведут к негативным последствиям для работающих людей.

Эргономическое проектирование рабочих пространств и рабочих мест производится для конкретных рабочих задач и видов деятельности с учетом антропологических, биомеханических, психофизиологических и психических возможностей и особенностей работающих людей. Оно должно создать наилучшие условия для:

Размещения работающего человека с учетом рабочих движений и перемещений в соответствии с требованиями технологического процесса;

Выполнения основных и вспомогательных операций в удобном рабочем положении, соответствующем специфике трудового процесса, и с применением наиболее эффективных приемов труда;

Расположения средств управления в пределах максимальных и минимальных границ пространства движений человека (по ширине, глубине и высоте);

Оптимального обзора источников визуальной информации, смены рабочей позы и рабочего положения;

Свободного доступа к местам профилактических осмотров, ремонта и наладки, удобства их выполнения;

Рационального размещения рабочего оборудования, безопасности работающих.

Размеры проходов между элементами рабочего места рассчитываются в зависимости от частоты их использования и числа работающих людей, рациональных маршрутов их движения, необходимых размеров транспортных проездов, требований техники безопасности и санитарно-гигиенических норм. Размеры транспортных проездов должны быть не менее ширины транспортного средства плюс пространство, занимаемое телом стоящего человека в одежде.