

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

А. Н. Швецов

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для слушателей специальности переподготовки
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»
заочной формы обучения**

Гомель 2019

УДК 621:331.101.1(075.8)
ББК 30.17я73
Ш35

*Рекомендовано кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов»
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 28.01.2019 г.)*

Рецензент: зам. гл. технолога по прессовой обработке, холодной высадке, термическому и гальваническому производству ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» холдинга «Гомсельмаш» *М. В. Мицкевич*

Швецов, А. Н.
Ш35 Эргономические основы организации рабочих мест : практикум по выполнению лаборатор. работ для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / А. Н. Швецов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 28 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены лабораторные работы по курсу «Эргономические основы организации рабочих мест».

Для слушателей специальности переподготовки 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заочной формы обучения ИПКиП учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

**УДК 621:331.101.1(075.8)
ББК 30.17я73**

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Требования по содержанию отчета.....	3
Лабораторная работа №1.....	4
Лабораторная работа №2.....	15
Литература.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Эргономические основы организации рабочих мест» изучается слушателями специальности «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» и включает следующие основные разделы:

Состав и особенности системы «человек-машина-среда».

Функциональные состояния человека в процессе труда и факторы, обуславливающие динамику его функциональных состояний.

Проектирование и создание рабочих мест с точки зрения эргономических требований.

Эргономическая оценка внешней среды и системы человек – машина.

Эстетическое оформление технологического оборудования

Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с методами и приемами эргономической оценки внешней среды и системы человек – машина, проектирование и создания рабочих мест с точки зрения эргономических требований, эстетическое оформление технологического оборудования.

Поставленная цель достигается путем:

выполнения студентами заданий на лабораторных занятиях;

выполнения контрольной работы по дисциплине.

ТРЕБОВАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА

Отчеты по лабораторным работам необходимо оформлять на листах писчей нелинованной бумаги потребительского формата (ГОСТ 6656-76) или формата А4 (ГОСТ 2.301-68) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам». Порядковые номера листов проставляются в правом нижнем углу листа.

Отчет должен содержать:

титульный лист;

название лабораторной работы;

цель лабораторной работы;

раздел «Теоретические сведения»;

раздел «Выполнение работы»;

выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Проектный расчёт рабочего места оператора ПК

Цель работы: Получение практических навыков по освоению методики оценки эргономической организации рабочего места оператора ПК с целью использования ее при проектировании рабочих мест.

Теоретические сведения

Эргономика как наука занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности человека с целью оптимизации орудий, условий и самого процесса труда. Объектом изучения являются следующие звенья эргономической системы: человек – орудие труда – производственная среда.

Методы эргономических исследований, с одной стороны, должны быть направлены на изучение психофизиологических нагрузок на человека в условиях производства и разработку требований к конструированию технических устройств, вытекающих из особенностей человеческого организма. С другой стороны, эргономика изучает особенности конструкций машин, пультов управления, производственных процессов, алгоритмов с учетом психофизиологических особенностей человека. Все это обуславливает использование общепринятых гигиенических, физиологических и психологических методов исследований. Кроме этого, эргономика располагает специфическими методами исследования, среди которых наиболее распространенными являются метод антропометрического исследования, определение количества, скорости и траекторий рабочих движений, оценка рабочей позы, рабочих мест и процессов информационного взаимодействия.

Антропометрическое исследование. Насчитывается около 300 различных антропометрических показателей, которые характеризуют анатомические размеры тела человека. С учетом антропометрических данных конструируют производственное оборудование, пульты управления, рабочую мебель. С этой целью разработан стандарт на антропометрические показатели, в котором предусматривается 28 антропометрических показателей для туловища, 6 – для кисти, 10 – для головы (всего 44 показателя). Величины показателей при выполнении работ сидя приведены в табл.1.

Таблица 1. Величины антропометрических показателей и их применение в эргономике

Поза	Антропометрический показатель, м	Мужчины $X \pm \sigma$	Женщины $X \pm \sigma$	Применение в эргономике
Сидя	Длина тела	1,309±4,3	1,211±4,5	Для станочных и других работ, выбора высоты кабины и др.
	Высота глаз над полом	1,180±4,3	1,095±4,2	Для определения высоты рабочей поверхности, размещения сигнализации, средств индикации.
	Высота плеча над полом	1,008±4,2	0,929±4,1	Для определения высоты рабочей поверхности, зоны управления рычагами
	Высота локтя над полом	0,654±3,3	0,605±3,5	То же
	Высота колен	0,506±2,4	0,467±2,4	Для оценки высоты сиденья
	Длина тела над сиденьем	0,887±3,1	0,841 ±3,0	Для оценки высоты станка, органов управления, средств индикации
	Высота глаз над сиденьем	0,769±3,0	0,725±2,8	Для размещения органов управления, средств индикации, высоты рабочей поверхности
	Высота плеча над сиденьем	0,586±2,7	0,560±2,7	Для размещения органов управления, определения высоты рабочей поверхности
	Высота локтя над сиденьем	0,232±2,5	0,235±2,5	Для размещения подлокотников, определения высоты рабочего места
	Длина предплечья (редуцированная)	0,364±2,0	0,334±1,8	Для определения зоны досягаемости по глубине, размеров рабочего места
	Длина вытянутой руки	1,042±4,8	0,983±4,7	Для размещения органов ручного управления
	Длина бедра	0,590±2,7	0,568±2,8	Для определения размеров сиденья

Для проведения антропометрического исследования и измерения линейных и угловых размеров рабочей позы, оборудования и мебели используют антропометр Мартина, угломеры, ростомеры, сантиметровые линейки и ленты.

Методы оценки рабочей позы и организации рабочего места. При оценке рабочей позы и организации рабочего места необходимо руководствоваться ГОСТ 12.2.032–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.033–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования».

Кроме того, разработаны ГОСТы по системе стандартов безопасности труда на определенные виды производственного оборудования (станки металлообрабатывающие, машины ручные электрические, оборудование технологическое для легкой, деревообрабатывающей, полиграфической промышленности и других производств).

Согласно указанным официальным документам, рабочее место должно соответствовать физиолого-гигиеническим требованиям. Так, рабочее место сидя организуют при выполнении работ легкой и средней тяжести, не требующих свободного передвижения работающего, а также в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса.

Конструкция рабочего места и расположение всех его элементов (сиденья, органов управления, средств отображения информации и др.) должны соответствовать антропометрическим, физиолого-гигиеническим и психологическим особенностям работающего, а также характеру работы. Рациональная конструкция рабочего места должна обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскости для средних размеров тела человека при выполнении работ сидя приведены на рис. 1а, 1б.

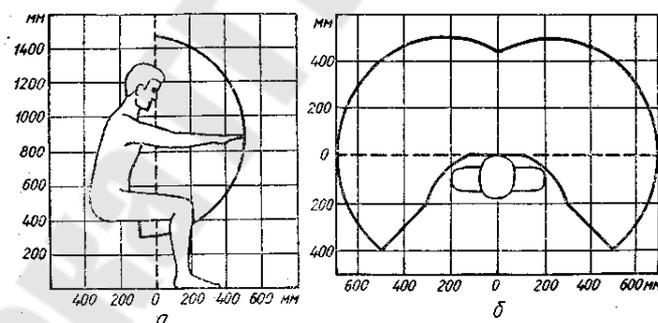


Рис. 1. Зона досягаемости моторного поля при выполнении работ сидя в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях; край рабочей поверхности.

Трудовые операции «часто» и «очень часто» должны выполняться при работах сидя в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля (рис. 3). Различают следующие варианты выполнения операций: очень часто – две и более операций в 1 мин, часто – менее двух операций в 1 мин, но более двух операций в 1 ч, редко – не более двух операций в 1 ч.

При организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели половому признаку; если оборудование обслуживают женщины и мужчины – средние показатели женщин и мужчин.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должна быть обеспечена оптимальная поза работающего, которая достигается регулированием высоты рабочей поверхности оборудования, сиденья и пространства для ног, определяющимися с помощью номограммы (рис. 2а) и высоты рабочего сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности и выполнении работ сидя). При выполнении работ стоя оптимальная поза работающего достигается регулированием высоты рабочей поверхности оборудования, определяющейся в зависимости от тяжести выполняемых работ и роста работающего по номограмме, приведенной на рис. 2б, и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности).

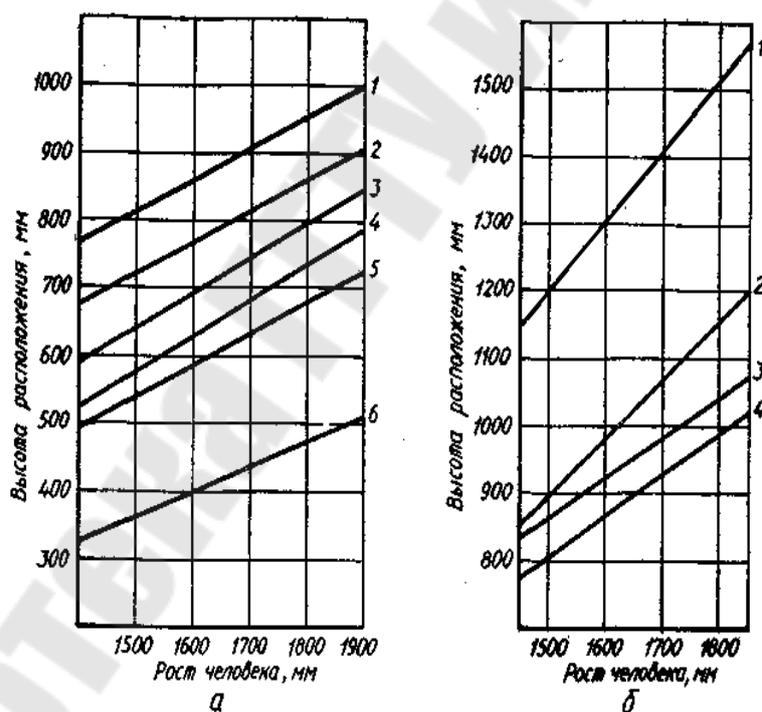


Рис. 2. Номограмма зависимости параметров рабочего места от характера работы и роста человека: а – при выполнении работ сидя (1–4 – высота рабочей поверхности для разных видов работ; 5 – пространство для ног; в – высота рабочего сиденья); б – при выполнении работ стоя (1 – высота расположения средств отображения информации; 2 – 4 высота рабочей поверхности при легкой, средней и тяжелой работе).

В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста при выполнении работ сидя достигается за счет увеличения высоты рабочего сиденья и подставки для ног (рис. 2, а) на величину равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего. Конструкция регулируемого кресла оператора должна полностью соответствовать требованиям ГОСТ 21889–76 «Система «человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования».

В тех случаях, когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности и подставки для ног, допускается проектирование оборудования с нерегулируемыми параметрами рабочего места. Числовые значения их при выполнении работ сидя определяют по табл. 2.

Таблица 2. Высота рабочей поверхности оборудования при выполнении работ сидя

Наименование работы	Высота рабочей поверхности, мм		
	для женщин	для мужчин	для женщин и мужчин
Очень тонкие зрительные работы (сборка часов, гравировка, картография, сборка очень мелких деталей и др.)	930	1020	975
Тонкие зрительные работы (монтаж мелких деталей, станочные работы, требующие высокой точности и др.)	835	905	870
Легкие зрительные работы (монтаж более крупных деталей, конторская работа, станочные работы, не требующие высокой точности и др.)	700	750	725
Работа на типографских станках, перфораторах, легкая сборочная работа более крупных деталей и др.	630	680	655

Форму рабочей поверхности оборудования при работе сидя следует устанавливать с учетом характера выполняемой работы. Она может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для настольных машин и т. д. При необходимости на рабочую поверхность следует устанавливать подлокотники. Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте, ширина ее – не менее 300 мм, длина – не менее 400 мм. Поверхность подставки должна

быть рифленой, по переднему краю ее предусматривается бортик высотой 10 мм.

Размещение органов управления нормируется общими требованиями к размещению органов управления – ГОСТ 22269–76 «Система «человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования».

При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук.

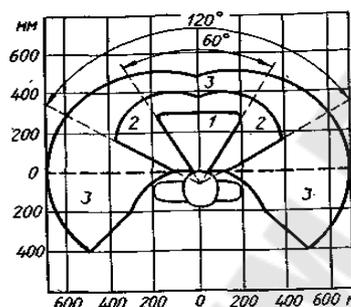


Рис. 3. Зоны выполнения ручных операций и размещения органов управления при выполнении работ сидя: 1 – оптимальная зона моторного поля; 2 – зона легкой досягаемости моторного поля; 3 – зона досягаемости моторного поля; край рабочей поверхности.

Органы управления на рабочей поверхности в горизонтальной плоскости необходимо размещать с учетом следующих требований: очень часто используемые и наиболее важные органы управления при выполнении работ сидя должны быть расположены в зоне 1 (см. рис. 3); часто используемые и менее важные органы управления не допускается располагать за пределами зоны 2, а редко используемые органы управления должны располагаться в зоне 3.

Органы управления, используемые до 5-ти раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля.

Аварийные органы управления следует располагать в зоне досягаемости моторного поля. При этом необходимо предусмотреть специальные средства опознавания и предотвращения их непроизвольного и самопроизвольного включения в соответствии с ГОСТ 12.2.003–74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Размещение средств отображения информации должно соответствовать следующим требованиям. Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого счи-

тывания показаний при выполнении работ сидя, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ к нормальной линии взгляда, а в горизонтальной – под углом $\pm 15^\circ$ к сагиттальной плоскости (рис.4, а, б).

Часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ к нормальной линии взгляда, а в горизонтальной – под углом $\pm 30^\circ$ к сагиттальной плоскости.

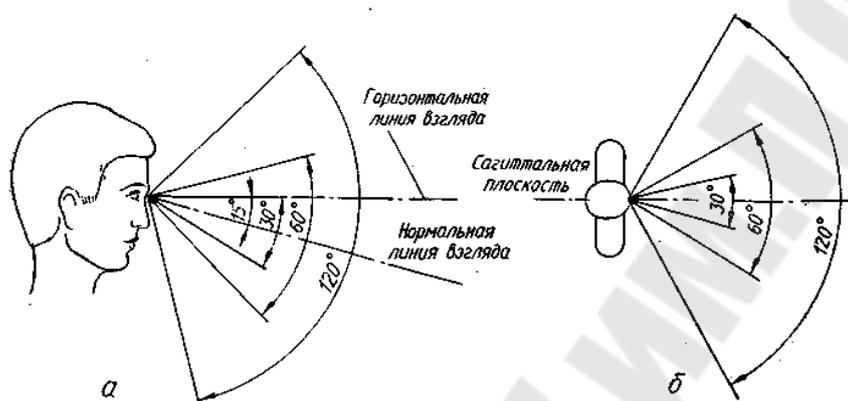


Рис. 4. Зоны зрительного наблюдения в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях.

Редко используемые средства отображения информации располагаются в вертикальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ к нормальной линии взгляда, в горизонтальной – под углом $\pm 60^\circ$ к сагиттальной плоскости (при движении глаз и повороте головы).

Глубина рабочей панели не должна превышать 800 мм.

Высота пульта управления, предназначенного для работы сидя, должна быть в пределах 750 – 850 мм, а угол наклона его панели к горизонтальной плоскости – в пределах 10 – 20°.

Место на пульте для ведения записей, размещения регистрационных журналов и технической документации должно быть расположено непосредственно перед оператором. Его минимальные размеры – 1000 мм в ширину и 300 – 400 мм в глубину.

Надписи на пульте должны располагаться однотипно: под или над каждым обозначенным элементом, слева направо. Каждый текст должен использоваться для обозначения только одной функции. Отношение высоты знака к его ширине должно составлять 3:2, высота

букв и других символов на панелях, находящихся непосредственно перед оператором, – не менее 3 мм.

Таблица 3 – Зависимость размеров букв или цифр на надписях от расстояния до глаз

Расстояние до глаз, м	Размеры букв или цифр, мм	
	важные надписи	обычные надписи
0,7	2,5–5	1,2–4
1	3,3–6,6	1,5–4,5
2	6,6–12	3,3–10
6	22–43	11,6–33

Большое влияние на точность считывания информации при знаковой индикации оказывает форма начертания цифр и букв. Рекомендуемые размеры букв в надписях приведены в табл. 4. При оптимальном расстоянии от оператора (примерно 25 см) толщина линии черных цифр и букв на белом фоне должна составлять около $1/6$, а белых цифр и букв на черном фоне – около $1/7$ – $1/8$ их высоты. Рекомендуемая толщина линии буквы зависит также и от того расстояния, на котором расположен пульт от глаз оператора. Так, при расстоянии 1, 2, 3, 4, 5, 6 м ширина буквы (черная на белом) должна быть соответственно 0,5; 0,8; 1,1; 1,4; 1,7; 2 мм. Для оценки рабочей позы часто применяются *метод наблюдения, фотографирование, кино съемка.*

Широко используется метод моделирования производственных условий в лаборатории, на основании которого определяют оптимальные параметры расположения рычагов управления, сиденья и рабочей поверхности оборудования.

При оценке организации рабочих мест и пультов управления используется матричный метод исследования. Для этого сигналы и органы управления шифруются, составляется матричная таблица с шифрами. Затем проводится наблюдение за работой рабочего, в ходе которого учитывается и суммируется количество сигналов и связей его с органами управления, устанавливается их последовательность. Те органы управления (сигналы), которые имеют наибольшее число связей с рабочим, должны располагаться в оптимальной зоне управления (для сигналов – в оптимальной зоне обзора).

Выполнение работы

1. Изучить деятельность оператора в условиях производства.
2. Провести необходимые замеры для оценки рабочей позы.
3. Дать санитарно-гигиеническую характеристику условий труда.
4. Оценить полученные данные с помощью нормативных документов.
5. Составить заключение и разработать рекомендации по устройству рабочего места, средствам отражения информации, органам управления, рабочей позе и условиям труда на пульте управления.

Таблица 4 – Величины антропометрических показателей и их применение в эргономике

Рабочая поза	Антропометрический показатель	Мужчины $X_{ст} \pm y$	Женщины $X_{ст} \pm y$	Применение в эргономике
Сидя	Длина руки вытянутой вперёд, см	64,2±3,3	59,3±3,1	Для определения зон досягаемости по глубине
	Размах рук, см	169,0±8,8	155,4±8,4	То же
	Длина голени, см	50,6±2,4	46,7±2,4	Для оценки высоты сиденья
	Длина тела над сиденьем (рост сидя), см	88,7±3,1	84,1±3,0	Для оценки высоты органов управления, средств индикации
	Высота глаз над плоскостью сиденья, см	76,9±3,0	72,5±2,8	Для размещения органов управления, средств индикации, высоты рабочей поверхности
	Сила левой кисти, кгс	46±3,2	33±6,3	Для проектирования органов управления
	Сила правой кисти, кгс	49±3,1	37±6,1	Для проектирования органов управления
	Вес тела, кг	68±4,5	57±5,5	Для проектирования рабочего места

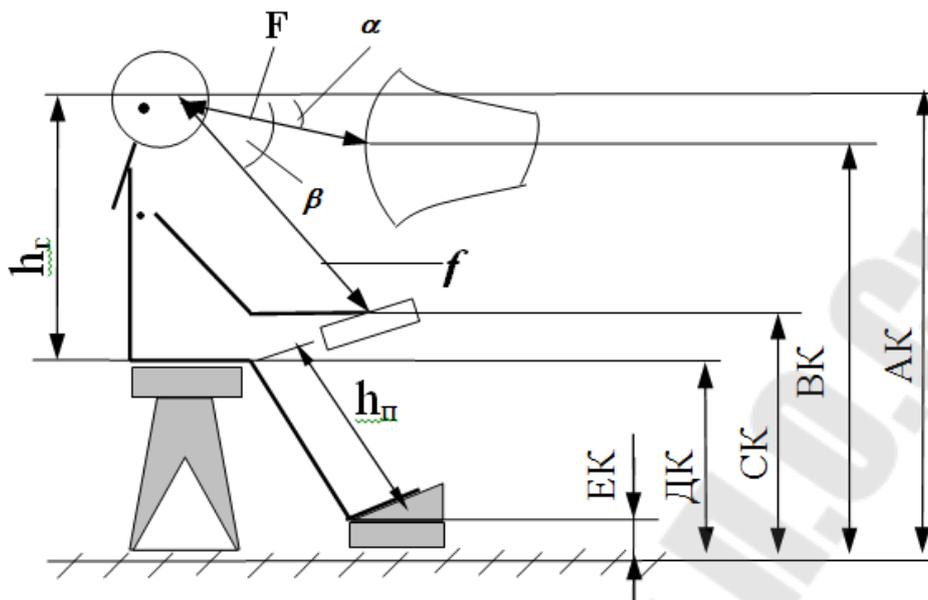


Рис. 5. Основные параметры оператора и элементов его рабочего места (на примере пользователя ЭВМ): F и f – дистанция обзора; α и β – углы обзора; ВГ и ДГ – параметры исследуемого оператора; ВК – высота экрана дисплея над полом; СК, ДК, ЕК – высота над полом клавиатуры, плоскости сидения и подставки для ног.

Основная задача эргономических расчетов параметров рабочего места сводится к установлению такого расположения экрана дисплея, клавиатуры, плоскости сидения и подставки для ног, чтобы обеспечить:

- 1) дистанцию ясного видения ($F = 60$ см);
- 2) дистанцию периферического обзора ($f = 70$ см);
- 3) угол обзора рабочего объекта ($\alpha = 18^\circ$);
- 4) угол периферического обзора ($\beta = 38^\circ$).

Данное задание выполняется в аудитории. При выполнении занятия каждый слушатель проводит 8 измерений собственных параметров, затем определяются стандартные их величины с учетом пола и возраста человека (таблица 4).

Эти расчеты иллюстрируются в отчете на эскизе рисунка 6 и в отчете работы.

При проведении измерений используются: ростомер, линейка, весы, динамометр (для измерения силы кистей рук).

В качестве примера выполняются расчеты рабочего места оператора ЭВМ по личным фактическим параметрам.

1. Определяется высота глаз над уровнем сидения h_G , в позе сидя (рис. 5, табл. 4; параметр «5»).

2. Определяется длина голени h_{II} , в позе сидя, нога перпендикулярна полу, замер производится от пятки до подколенной чашечки (рис. 6, табл. 4; параметр «3»).

$$AK = AD + DK$$

где $AD = h_G$; $DK = h_{II}$;

3. Определяется высота центра экрана дисплея над уровнем пола:

$$BK = AK - AB$$

где AB – расположение центра экрана относительно линии глаз, принимается по стандарту:

$$AB = 60 \cdot \sin 18^\circ$$

4. Определяется высота расположения клавиатуры над уровнем пола:

$$CK = AK - AC$$

где AC – расположение клавиатуры относительно линии глаз, принимается по стандарту:

$$AC = 70 \cdot \sin 38^\circ$$

5. Определяется высота подставки для ног:

$$EK = DK - h_{II}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные задачи эргономики как науки.
2. Охарактеризуйте понятие «антропометрический стандарт».
3. Охарактеризуйте понятие «эргонометрический параметр».
4. Охарактеризуйте метод «сигмальных» отклонений.
5. Перечислите физические эргонометрические параметры.
6. Перечислите физиологические эргонометрические параметры.
7. Какие требования предъявляются к организации рабочего места «сидя»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Эргономический анализ металлорежущих станков

Цель работы: Выявления недостатков оборудования с точки зрения приспособленности его к человеку и разработки рекомендаций по их устранению.

Теоретические сведения

При проектировании станков необходимо учитывать соответствующие антропометрические данные, которые включают основные размеры человеческого тела и пределы движения конечностей.

Используя основные антропометрические данные (табл.1), можно построить соматографическое изображение фигуры человека в трёх проекциях и определить рабочие зоны (рис.1, 2). (Соматографическое изображение – способ изображения фигуры человека в ортогональных проекциях с применением норм и правил технического черчения).

Таблица 1 – Средние антропометрические данные людей стран СНГ

Обозначение	Наименование позиции	Мужчины (мм)	Женщины (мм)
1	Рост	1700	1580
2	Высота оси глаз	1590	1480
3	Высота плеч	1390	1300
4	Длина вытянутой руки	850	790
6	Глубина груди	210	230
7	Высота коленной точки	460	440
8	Ширина плеч	460	390
9	Ширина между плечевыми точками	360	300
10	Высота плечевых точек	1360	1270
11	Размах рук	1860	1600
13	Длина плеча	320	300
14	Длина предплечья	240	240
15	Длина кисти	190	170
16	Длина вытянутой ноги	1100	1050
17	Ширина кисти	90	80

Под рабочими зонами понимается пространство, ограниченное круговыми движениями рук (две совмещённые окружности) в плечевом и локтевом суставах. В пространстве рабочие зоны представляют собой две полусферы, совмещённые друг с другом.

Различают максимальную зону, зону удобного обслуживания и оптимальное рабочее пространство.

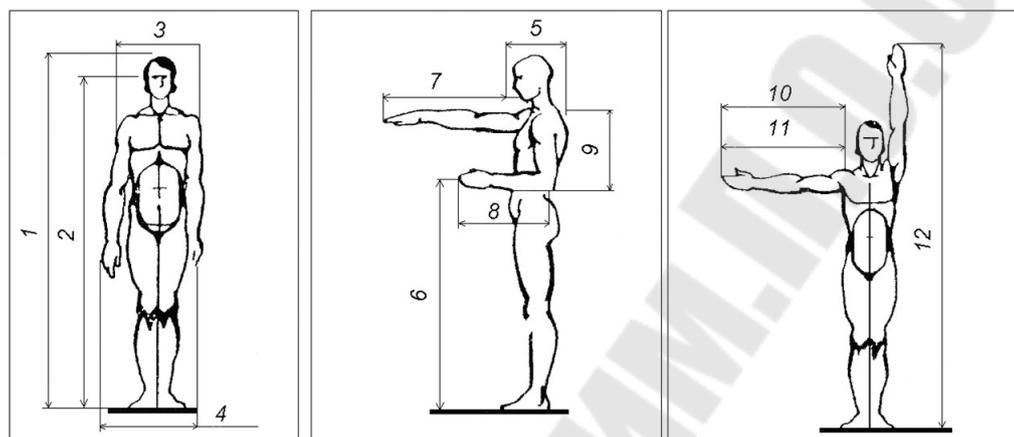


Рис.1. Основные антропометрические признаки человека

Максимальная рабочая зона (рис.2, А – рабочее пространство) определяется длиной вытянутой руки оператора при фиксированном положении корпуса. Эта зона неэкономична, т.к. в работу включается дополнительная группа мышц руки и плечевого пояса и в ней желательно выполнять вспомогательные движения, производимые редко.

Зона удобного обслуживания (рис.2, зона Б) определяется движением руки чуть согнутой в локте. Для этой зоны характерно выполнение основных движений и проведение точных манипуляций.

Движения в пределах оптимальной рабочей зоны (рис.2, зона В) является наименее утомительными. В этой зоне можно развивать максимальные усилия и самые сложные и быстрые движения.

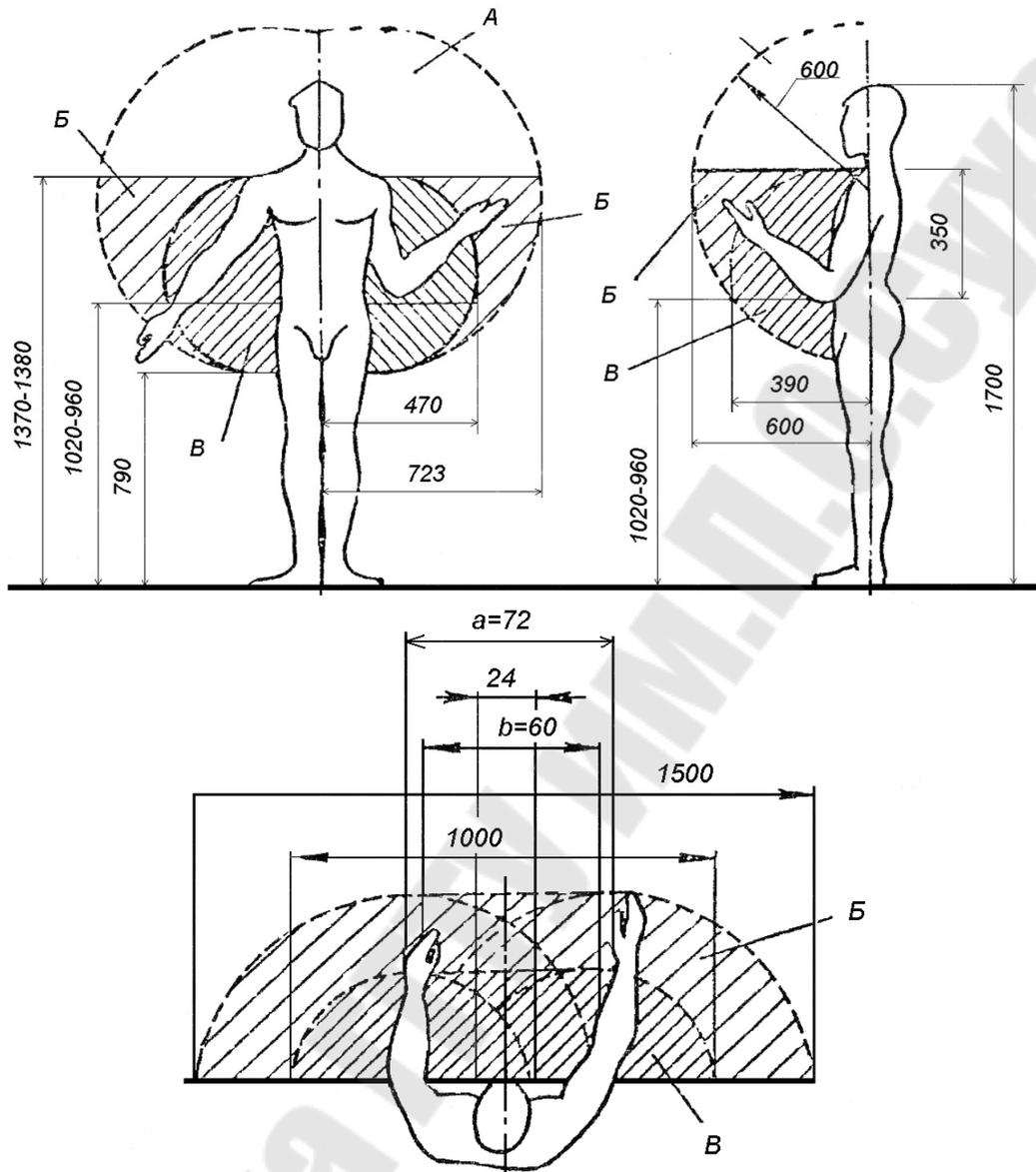


Рис.2. Рабочие зоны:

А – рабочее пространство; Б – зона удобного обслуживания; В – оптимальное рабочее пространство; а – зона, удобная для обеих рук; в – расстояние между центрами оптимального рабочего пространства

При конструировании рабочего места необходимо учитывать биомеханические возможности человека:

1. Рука человека двигается лучше и быстрее в горизонтальной плоскости, чем в вертикальной, причём правая – против часовой стрелки, левая – по часовой;
2. Там, где требуется быстрая реакция, нужно использовать движение по направлению «к себе»;

3. Движения вперёд и назад быстрее, чем движение в стороны;
4. Движения, выполняемые одной рукой, совершаются наиболее точно и быстро под углом около 60° к направлению прямо - вперёд, а движения, выполняемые обеими руками одновременно, - быстрее под углом около 30° к прямому направлению и точнее в направлении прямо - вперёд;
5. Максимальная частота движений руки (например, при сгибании) – около 80 раз в минуту, ноги – 45, корпуса – 30, частота движений пальца – 6 раз в секунду, кисти – 3;
6. Каждое движение должно заканчиваться в положении, удобном для начала следующего движения;
7. Движение менее утомительно, если оно направлено вниз;
8. Точные движения лучше выполнять сидя, чем стоя.

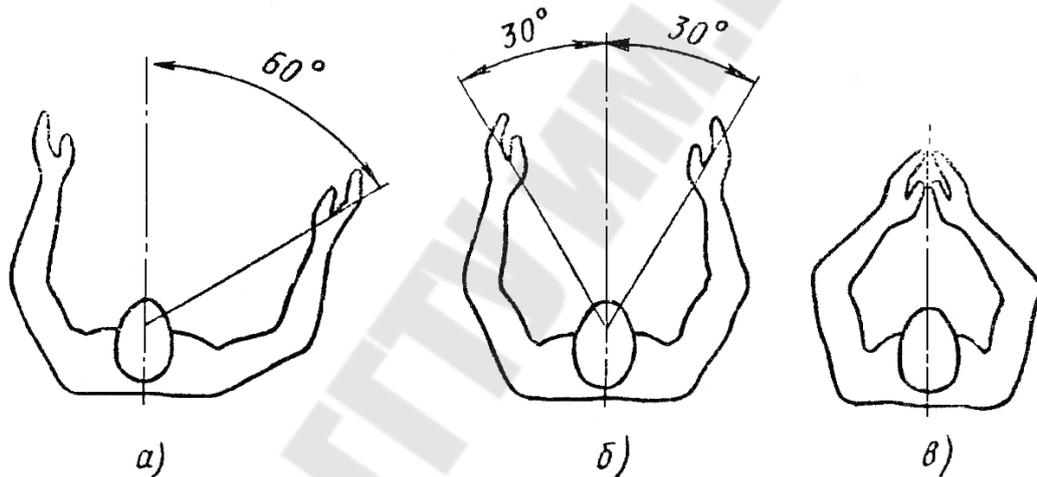


Рис.3. Рабочие зоны рук

Необходимо, чтобы:

1. Напряжение органов зрения и слуха было в пределах обычных способностей человека.
2. Тело находилось в наиболее естественном положении, имелась возможность смены положения при работе и возможность работы сидя.
3. Органы управления создавали удобную рабочую позу, имели рациональную форму, были легкодоступными, а устройства контроля и сигнализации хорошо просматриваемыми, чёткими и понятными.
4. Органы управления, располагаемые близко друг от друга, различались по форме и цвету. Установлено, что рука человека

может различать на ощупь около 8-10 различных по форме рукояток.

5. Движения совершались в пределах поля зрения.
6. Число и сложность движений были уменьшены до минимума; движения были простыми и ритмичными.
7. Усилия, которые надо приложить к органам управления, не превышали допустимых величин.

Очень важно, чтобы при конструировании компоновки станка и особенно органов управления, последние были удобны по форме и размещены в пределах досягаемости рук и в наиболее удобной для наблюдения зоны. При этом надо учитывать силы, действующие на них, и высоту расположения рукояток над полом (рис.4).

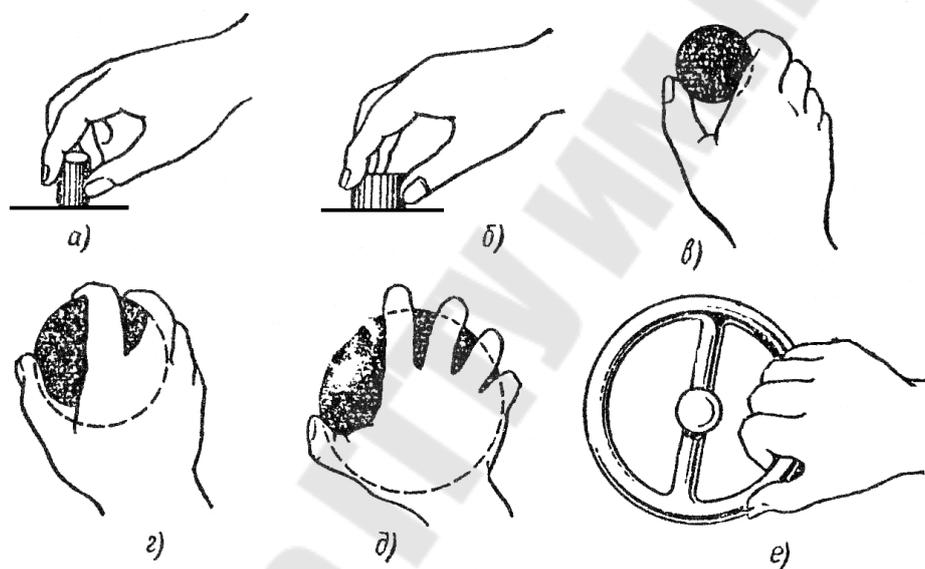


Рис.4. Формы и размеры органов управления станком

Усилия на органах управления для точных установочных перемещений не должны превышать 10Н. Величины сил для педалей должны быть не более 40Н. Горизонтальное расположение оси управления, находящейся справа, наиболее целесообразно. Наиболее часто используемые в управлении рукоятки и маховички (до 100 и более включений в час) должны быть расположены в наиболее удобной зоне (с правой стороны), а редко включаемые – расположены дальше от рабочего и с левой стороны. Предусматривать дублирование хотя бы важнейших органов управления (например, аварийная кнопка) и располагать их там, где чаще находится станочник. Надо помнить, что разбросанные по станку органы управления затрудняют обслуживание, но в тоже время концентрация всех рукояток, маховичков, кно-

пок на какой-то ограниченной зоне может привести к аварии и несчастному случаю.

На рис.5, показаны размерные соотношения при работе стоя, и зоны удобства работы при сопоставлении их с высотой от пола до центров токарного станка 2. Зона 1 высоты токарного станка заштрихована. Сопоставление показывает, что высота центров (1150 мм) и лучевая точка (1040 мм) находятся в удобной зоне. Положение руки в удобной зоне способствует оптимальному физическому состоянию руки, и человек меньше утомляется.

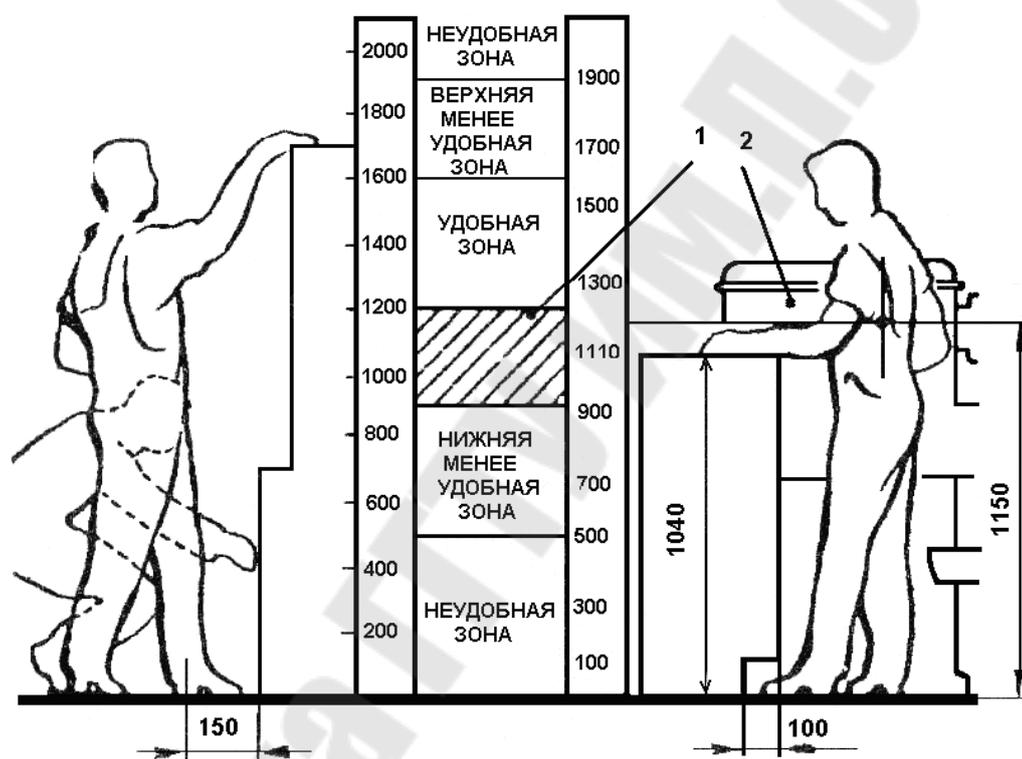


Рис.5. Размерные соотношения при работе стоя

При организации рабочего места должны учитываться вопросы инженерной психологии, которая разрабатывает методы приспособления техники к психофизиологическим возможностям человека. При этом компоновка и конструирование станка и его отдельных элементов должны вестись с учётом особенностей восприятия и передачи информации. Например, при организации рабочего места важно обеспечить условия нормального зрительного восприятия в пределах рабочей зоны. Зрительное поле человека делят на несколько зон.

Зона центрального зрения лежит в пределах $1,5 \div 3^0$. Здесь обеспечивается наиболее чёткая видимость. Зона мгновенного зрения равна 18^0 , при этом зрительное восприятие производится в ограниченное

время. В зоне эффективной видимости, находящейся в пределах угла 30° , обеспечивается чёткая видимость при напряжённом внимании.

Совершенство и точность принимаемой человеком информации зависит от качества приборов индикации, которое оценивают по скорости и точности их читаемости. Эти критерии оценки достигаются выбором формы и размера шкал, дистанции, экспозиции считывания (рис.6, табл.2).

Таблица 2 – Влияние формы шкалы на точность считывания цифровой индикации

Форма шкалы (рис.6)					
Параметр	а	б	в	г	д
Максимальный размер X, мм	42	55	110	178	178
Ошибка считывания шкалы, %	0,5	10,9	16,6	27,0	35,5

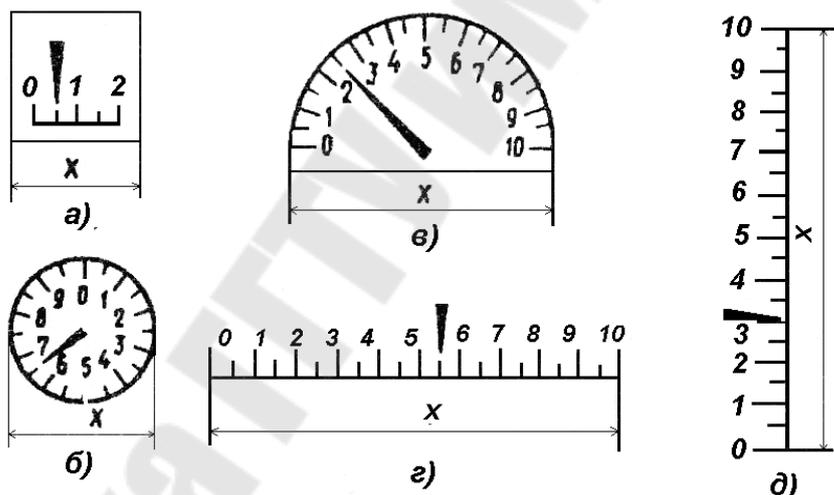


Рис.6. Формы шкал:

а – «открытое окно»; б – круговая; в – полукруговая;
 г - горизонтальная; д – вертикальная; х – размер шкалы

Таким образом, при проектировании нового оборудования и модернизации действующего следует базироваться на анатомической структуре тела человека, допустимых нагрузках на руки и ноги, на скорости их движения, учитывать допустимые нагрузки на органы чувств и скорость реагирования нервной системы на информацию. С целью определения недостатков компоновки станка, его отдельных узлов и расположения органов управления с точки зрения эргономики проводится антропометрический анализ оборудования. В качестве

примера на рис.7 показан главный вид схемы антропометрического анализа шлифовального станка.

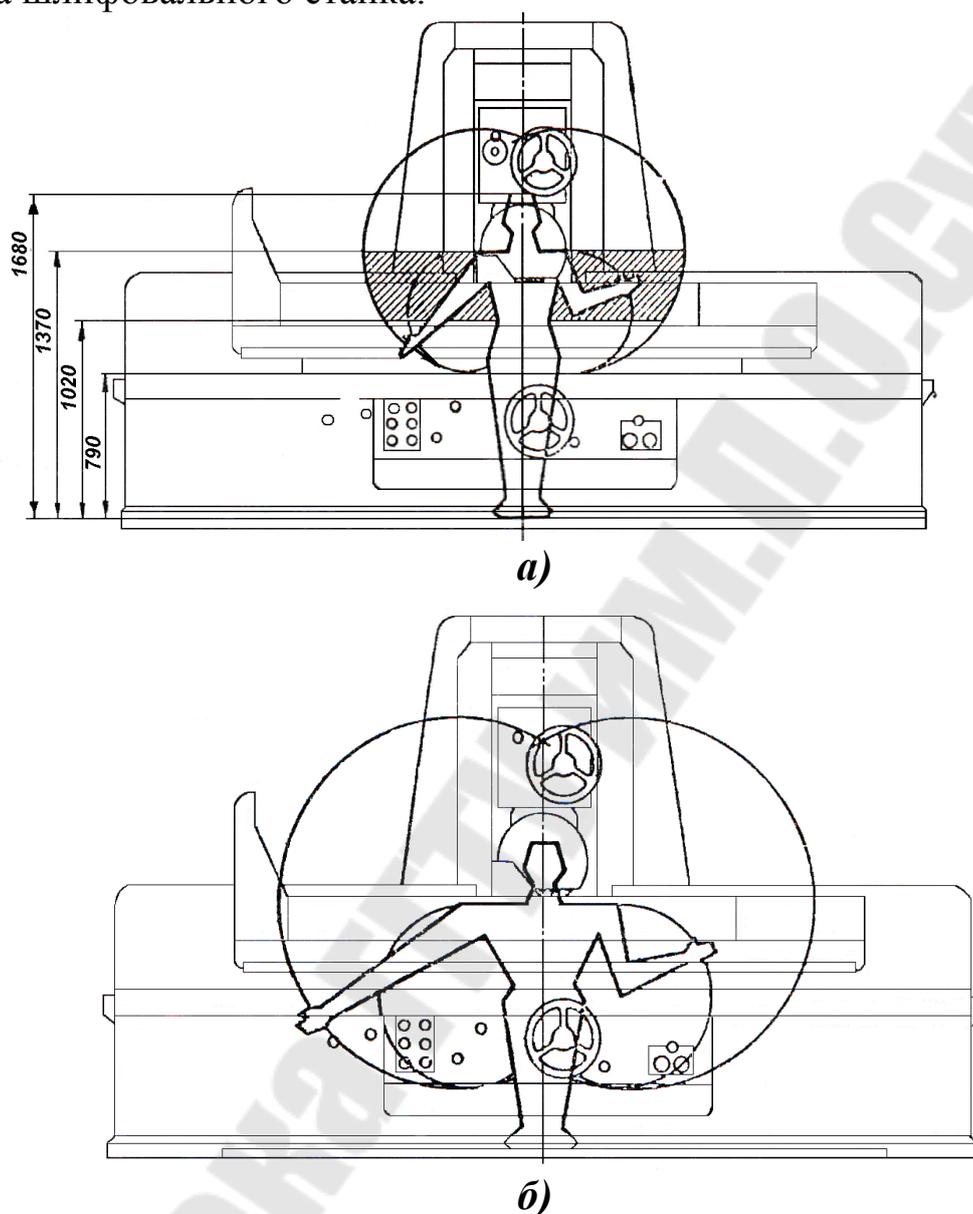


Рис.7. Схема к антропометрическому анализу шлифовального станка

Данная схема показывает, что у станка органы управления расположены неудачно (рис.7, а) и для управления станком требуется человек с такими примерно размерами, как показано на рис.7, б).

Выполнение работы

1. Ознакомиться с основными положениями эргономики.
2. Произвести измерения станка и его основных узлов (рис.8).

3. Произвести анализ и измерение параметров органов управления.
4. Определить центр рабочей зоны с учётом поля зрения оператора.
5. С учётом собственных антропометрических данных определить рабочие зоны.
6. Нарисовать схему антропометрического анализа станка и органов управления.
7. Сделать выводы и предложения по усовершенствованию станка с точки зрения эргономики.

В машиностроении анализ оборудования и рабочего места производится с помощью методов соматографии (соматография – наука о человеке, анализирующая положение тела и изменение позы оператора в процессе работы на основе анатомических принципов).

Станок вычерчивается упрощённо, но так, чтобы присутствовали все элементы управления.

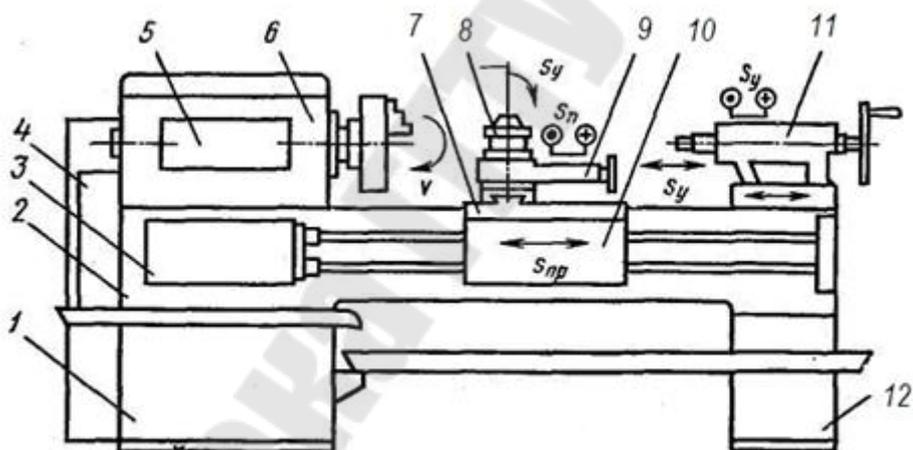


Рис. 8. Схема токарно-винторезного станка.

Токарно-винторезный станок состоит из следующих узлов (рис. 10). Станина 2 с призматическими направляющими. В передней тумбе 1 смонтирован электродвигатель главного привода станка, в задней тумбе 12 — бак для смазочно-охлаждающей жидкости и насосная станция.

В передней бабке 6 смонтированы коробка скоростей станка и шпиндель. На лицевой стороне передней бабки установлена панель управления 5 механизмами коробки скоростей.

Коробку подач 3 крепят к лицевой стороне станины. С левой торцевой стороны станины установлена коробка 4 сменных зубчатых колес, необходимых для наладки станка на нарезание резьбы.

Продольный суппорт 7 перемещается по направляющим станины и обеспечивает продольную подачу резцу. По направляющим продольного суппорта перпендикулярно к оси вращения заготовки перемещается поперечная каретка, на которой смонтирован верхний суппорт 9. На верхнем суппорте смонтирован четырехпозиционный поворотный резцедержатель 8, в котором можно одновременно закрепить четыре резца. К продольному суппорту крепят фартук 10. Задняя бабка 11 установлена с правой стороны станины и перемещается по ее направляющим. В пиноли задней бабки устанавливают задний центр или инструмент для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки).

На чертеже, в соответствии с правилами технического черчения и начертательной геометрии, вычерчиваются контуры фигуры оператора в одной или нескольких характерных рабочих позах. Контурное изображение фигуры оператора на такой схеме не заслоняет узлы и органы управления обследуемого станка, даёт представление о размере, масштабности машин, удобстве расположения органов управления.

Помимо характерной рабочей позы на антропометрической схеме указываются углы зрения и обзора оператора по отношению к органам управления и системе индикации. Затем на чертёж наносится оптимальная рабочая зона и зона досягаемости рук при фиксированном положении ног. На поле чертежа вокруг изображений станка выносятся со сквозной нумерацией все органы управления станка, включая съёмные рукоятки.

При вычерчивании станка для проведения антропометрического анализа образмериваются габариты станка и основных его узлов, особенно зоны обработки детали (высота центров и т.д.). Привязываются размерами изображения оптимальных зон манипулирования органами управления на всех проекциях станка.

Для проведения анализа расположения органов и рукояток управления станка необходимо определить центр рабочей зоны работающего. Центром рабочей зоны условно считается то место, где про-

исходят важнейшие рабочие функции: обработка деталей, контроль размеров и куда направлено внимание оператора. Оно расположено в большинстве случаев на линии симметрии оператора на высоте 1000-1100 мм и на расстоянии от глаз оператора не более 400-500 мм.

Необходимо произвести анализ компоновки органов управления с точки зрения выполнения эргономических требований с учётом частоты использования отдельных органов управления. Расположения органов управления внутри зон считается оптимальным и в таблице отмечается знаком «+», при этом следует учитывать частоту пользования ими.

Расстояния от ближайшего торца станка до плоскости симметрии рабочего (местоположение во время обработки) выбирается в центральной части рабочей зоны с учётом размеров обрабатываемой детали. Подсчёт частоты использования производится с помощью операционной карты обработки заданной детали на станке. За 100% берётся число включений наиболее употребляемого органа управления (табл.3).

Анализ системы управления станка завершается предложениями по частичному изменению, перекомпоновке или модернизации системы управления без изменения кинематики станка.

Таблица 3 – Анализ расположения органов управления станка

п/п	Органы управления	Параметры			
		Зона	H	L	Частота использования
	Рукоятка переключения чисел оборотов	не входит	-	+	28%
	Рукоятка переключения чисел подач	3	+	+	14%
	Маховик механической подачи	1	+	+	32%
	Выключатель	не входит	-	+	8%
	Маховик поперечной подачи	1	+	+	100%
	Рукоятка поворота резцедержателя	1	+	+	10%

где H – максимальная высота для органа управления, расположенного наиболее высоко по отношению к оператору от фундамента;

L – максимальная удалённость органа управления от рабочего (вправо или влево);

К – максимальная удалённость органа управления в глубину от рабочего.

На основании эргономического анализа необходимо привести перечень предложений, повышающие удобства обслуживания станка.

Типовые предложения:

- поднять станок (увеличить по высоте фундамент, указывается величина);
- удлинить низко, высоко или неудобно расположенную рукоятку;
- заменить ряд органов управления более удобными по конструкции (маховики, рычаги, кнопки, тумблеры, переключатели и т.д.);
- заменить индикаторы или внести в них конструктивные улучшения (поставить увеличительное стекло над нониусом, ввести индивидуальную подсветку шкалы, закрыть фальшпанелью несущественные детали на поле индикатора, заменить шпильки и т.п.);
- перенести в более удобную зону для наблюдения и использования некоторые индикаторы или органы управления;
- снять для консервации неиспользуемые в ряде случаев узлы с элементами управления (например, заднюю бабку токарного станка) и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные антропометрические признаки человека?
2. Основные зоны рабочего пространства?
3. Что определяет биохимические возможности человека?
4. Что определяет понятие удобства обслуживания станка?
5. Размерные соотношения тела человека в зависимости от специфики работы?
6. Роль инженерной психологии в конструировании станков?
7. Как составляется схема антропометрического анализа станка?
8. Как определяется центр рабочей зоны?

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы физиологии и психологии труда в условиях механизированного и автоматизированного производства / Под ред. Л.В. Донской. – М.: Медицина, 1980. – 108 с.

2. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред.А.С.Проникова. – М.: Машиностроение, 1981.-479с.

3. Тарзиманов Г.А. Проектирование металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.-288с.

4. Лепший А.П., Шабакаева З.Я. Эргономический анализ станков. Практическое пособие к лабораторным занятиям по курсу «Конструирование и расчёт станков» для студентов специальности Т.0301.00 специализации Т.0301.04 «Металлорежущие станки и инструменты», Гомель: ГПИ, 1998. – 19 с.

5. Человек и машина: Учеб. пособ./ В.Л. Шадуя, И.П. Филонов. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 334 с.

Швецов Александр Николаевич

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ**

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для слушателей специальности переподготовки
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 14.06.19.

Рег. № 42Е.

<http://www.gstu.by>