

УДК 631.3:658.58

В. С. МИЛЕНЬКИЙ, кандидат технических наук, П. Е. КРУГЛЫЙ, кандидат технических наук, С. П. КРУГЛЫЙ, инженер, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАБОЧЕГО МЕСТА РАБОТНИКА С УЧЕТОМ ЭРГОНОМИКИ ЧЕЛОВЕКА

Для обеспечения требуемого качества ремонта машин, производительности труда работников предприятия и выполнения в полном объеме требований по охране труда необходимо особое внимание уделять рациональной организации работы на каждом рабочем месте, предназначенном для выполнения части технологического процесса.

Методологические предпосылки рациональной организации рабочего места на предприятии формируются на основе анализа закономерностей взаимодействия трех составных частей этого процесса: «человек», «машина» и «окружающая среда». В науке изучение технологии взаимодействия человека и машины называют эргономикой. С ее помощью ученые изучают функциональные возможности человека при работе с оборудованием с учетом его физиологических и психофизиологических особенностей. При этом решаются важные задачи повышения производительности труда работника и обеспечения его устойчивой работы в течение рабочей смены, недели, месяца или года.

Рабочее место человека, работающего на различных стадиях технологического процесса, может быть оснащено основным и вспомогательным производственным оборудованием (станки, механизмы, агрегаты, защитные устройства, энергетические установки, коммуникации и др.), производственной мебелью, технологической или организационной оснасткой, различными приспособлениями или инструментом. Чтобы сделать анализ организации труда на конкретном рабочем месте, для начала необходимо определить перечень операций, переходов, проходов, приемов, которые рабочий должен выполнить в течение определенного периода времени. Затем необходимо уточнить условия работы (степень тяжести, темп, монотонность, положение работающего и способ фактического выполнения каждого элемента операции технологического процесса), применяемое оборудование и инструмент (контрольные приборы и приспособления, подъемно-транспортные средства), используемая (или планируемая к использованию) мебель (верстак, стол, стул, шкафы, стеллажи, тумбочки), инвентарь (подставки, ящики, тара, энергетические устройства и коммуникации), средства информации и связи, устройства для выполнения контрольных и учетных действий, а также средства дистанционного управления и т. п.

Немаловажную роль в рациональной организации рабочего места играет его планировка. С ее помощью обеспечивается пространственное размещение (в горизонтальной и вертикальной плоскостях) функционально взаимосвязанных средств производства. Рациональное расположение средств и предметов труда в удобной для работы зоне определяет состав движений, которые могут иметь количественные и качественные характеристики. Нарушение принципов оптимального размещения средств и предметов труда приводит к ненужным хождениям, наклонам, поворотам, увеличению траекторий движений или к их усложнению. В конечном итоге все это приводит к снижению эффективности труда, повышению утомляемости и увеличению потерь рабочего времени.

В этой связи планировка рабочего места является технологической основой в рационализации методов и приемов труда, а также предпосылкой для обеспечения наиболее благоприятных и безопасных условий труда.

Эргономические требования к планировке рабочего места – важный фактор, формирующий оптимальное соотношение элементов комплексной системы «человек – машина – среда». Для их достижения следует учитывать антропометрические, биомеханические и психофизиологические свойства человека и оперативное пространство для свободного осуществления необходимых манипуляций. Формирование рациональной планировки рабочих зон, а также зон досягаемости осуществляется с учетом антропометрических данных человека при разных позах в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Регулирование удаленности объекта от глаз человека осуществляется с учетом границ угла зрения и зон обзора, а также физических, зрительных и слуховых связей между ним и оборудованием при условии соблюдения требований техники безопасности [1, 2].

Величины зоны обзора, углы зрения и видимости приведены на рисунке 1.

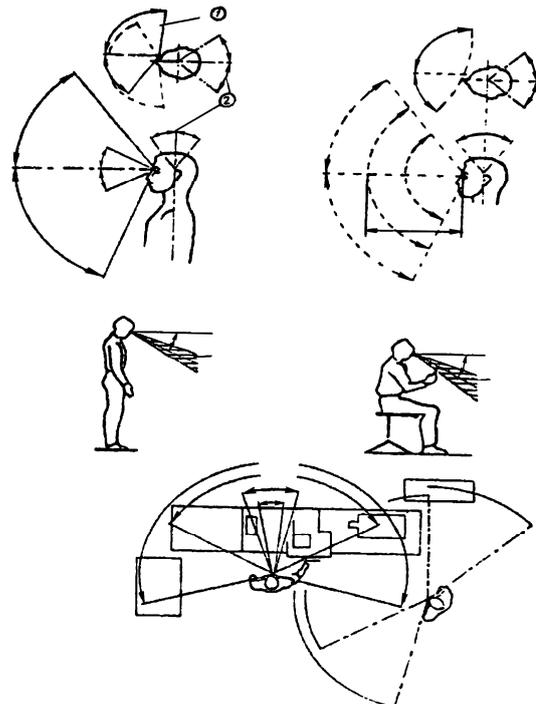


Рисунок 1 – Зоны обзора, углы зрения и видимости

Наиболее важные органы управления и контроля за работой оборудования должны находиться в оптимальных зонах обзора с учетом величины угла зрения при работе сидя и стоя. При этом рациональное расстояние от предмета управления до глаз работающего должно быть 450 мм. В горизонтальной плоскости угол зоны обзора, в границах которой человек отчетливо воспринимает форму предмета, должен быть в пределах 120°. Угол мгновенного зрения в рабочей зоне должен быть в пределах 18°, а угол эффективной видимости – около 30°. При поворотах головы угол обзора на рабочем месте должен быть в пределах 220°.

При расположении органов контроля за работой оборудования необходимо учитывать скорость реакции человека. Простая сенсомоторная реакция представляет собой ответное элементарное движение человека на заранее известный, но внезапно появляющийся сигнал, с возможной максимальной скоростью. Наибольшее влияние на время реакции оказывает тип раздражителя, его интенсивность и периодичность, состояние оператора и другие факторы.

Средняя величина скорости реакции для разных раздражителей и анализаторов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя величина скорости реакции человека при воздействии на него различного рода раздражителей и анализаторов

Наименование анализатора	Наименование раздражителя	Скорость реакции человека, с
Слуховой	Звук	0,12–0,18
Зрительный	Свет	0,15–0,22
Обонятельный	Запах	0,31–0,39
Температурный	Тепло, холод	0,28–1,60
Вестибулярный	Вращение	0,40–0,60
Болевой	Укол	0,13–0,89

При разработке планировки рабочего места основное оборудование и производственная мебель должны быть установлены на строго определенной высоте. Высота рабочей поверхности производственной мебели приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Высота рабочей поверхности производственной мебели

Положение рабочего		Рост человека, мм		
		высокий	средний	низкий
Сидя	при обычных работах	750	725	700
	при особо точных работах	1000	950	900
Стоя		1100	1050	1000
Сидя и стоя (попеременно)		1050	1000	950

Оборудование, производственную мебель и другие предметы труда необходимо размещать так, чтобы трудовые движения концентрировались в пределах оптимальных зон деятельности и обзорности. При расположении органов управления и индикации оборудования, а также инструментов и других предметов труда необходимо провести их комплексную оценку в соответствии с физиологическими и психофизическими свойствами человека. Это достигается микроклассификацией рабочего пространства в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Графическое изображение способа построения рабочей зоны в горизонтальной плоскости приведено на рисунке 2.

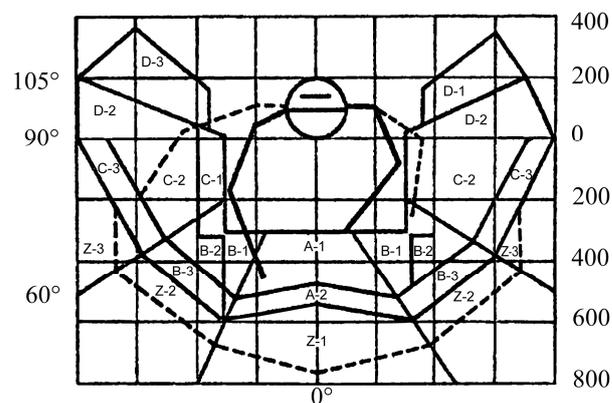


Рисунок 2 – Графическое изображение способа построения рабочей зоны в горизонтальной плоскости

Проведение микроклассификации рабочего места позволяет спроектировать оптимальную досягаемость выполнения трудовых манипуляций с учетом имеющейся зоны обзора.

Рекомендуемые рабочие зоны в зависимости от условий применения органов управления и характера управления правой или левой рукой приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Рекомендуемые рабочие зоны основных и вспомогательных движений правой и левой руки

Зона основных движений правой и левой руки	A-1	Легкая доступность и хороший обзор прямо перед собой
	A-2	Хороший обзор, максимальная досягаемость при подвижных локтях
	B-1	Голова почти не поворачивается, рука поворачивается в плече
	B-2	Сравнительно легкая доступность и почти не поворачивается голова
	B-3	Максимальная досягаемость, голова почти не поворачивается
	C-1	Требуется поворот руки в плече и поворот головы для обзора
Зона вспомогательных движений	C-2	Легкая доступность, но требуется поворот головы
	C-3	Максимальная досягаемость для оператора низкого роста, необходим поворот головы
	D-2	В этих зонах обзор невозможен, следует помещать только такое оборудование, которым не пользуются при обычной работе на посту управления
	D-3	
	Z-1	Зоны вне предела досягаемости и предназначены для приборов, которые оператор должен только видеть (в зонах Z-1, Z-2 без поворота головы, а в зоне Z-3 с поворотом)
	Z-2	
	Z-3	
		В порядке исключения в зонах можно размещать редко применяемые органы управления, но при этом туловище должно перемещаться в среднем на 300±30 мм

Таблица 4 – Условия применения органов управления

Наименование условия применения органа управления	Рекомендуемые рабочие зоны
Частое	A-1, B-1, B-2, C-1, C-2
Нечастое	A-2, B-3, C-3, D-2, D-3
При перегрузках	A-1 (ближняя часть к оператору) B-1, C-1
При работе только по приборам без внешнего обзора	A-1, B-2, B-3 (ниже уровня плеч)
Когда требуется высокая острота зрения	A-1, A-2, B-3, B-2
Когда высокая острота зрения не обязательна	C-1, C-2, C-3, D-2, D-3
Характер управления	Рекомендуемые рабочие зоны
Нажатие кнопки	A-2, B-3, C-3, D-3
Движение рычагом	Ряд зон на 300 мм впереди контрольной точки А
Работа пальцами	Ряд зон на 50–80 мм впереди контрольной точки А
Работа кистью рук	A-1, B-2, C-2, D-2
Длительные и тонкие манипуляции	A-1, A-2, B-1, B-2
Движения, различные по характеру	B-3, C-1, C-2, C-3, D-2, D-3
С применением силы более 12 Н на руку	A-1, B-2, C-2, D-2

Графическое изображение микроклассификации рабочего пространства в вертикальной плоскости приведено на рисунке 3.

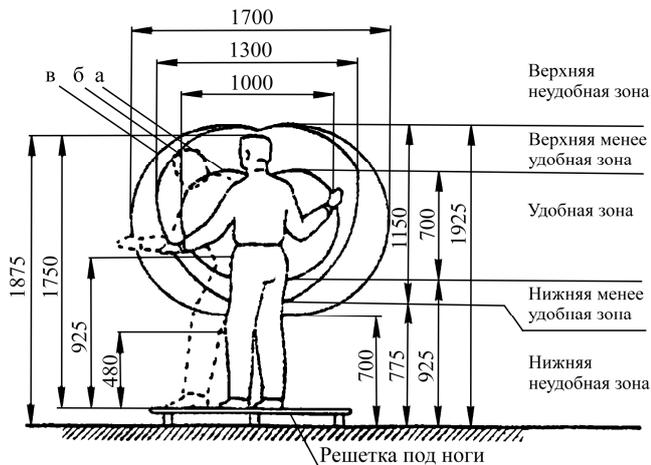


Рисунок 3 – Микроклассификация рабочего пространства в вертикальной плоскости зоны досягаемости рук человека при работе стоя:
а – оптимальная; б – нормальная; в – максимальная

Условием обеспечения соответствия рабочего места эргономическим требованиям является установление физиологически оптимальной рабочей позы.

При рациональном размещении средств и предметов труда в вертикальной плоскости следует правильно спроектировать рабочее положение человека: «сидя», «стоя» или их сочетание. В основе его выбора лежат характеристики физических усилий, необходимых для выполнения работы, а также ее темп и характер (размах) движений. Так, при выполнении работ с усилием до 50 Н наиболее целесообразна рабочая поза «сидя», при увеличении этого параметра до 100–200 Н – «стоя», а при работе, требующей усилия 50–100 Н, возможна переменная рабочая поза «сидя – стоя». При невысоком темпе работы и небольшом размахе движений реко-

мендуется рабочее положение «сидя». При большом количестве движений, размах которых превышает 1 м по фронту, 300 мм в глубину и 400 мм от поверхности рабочей зоны – «стоя», при работах, требующих большой точности и которые можно выполнять двумя руками, – «сидя», при профилактических работах и наблюдении за оборудованием – «сидя – стоя».

Основные и дополнительные варианты рабочей позы «сидя» и их количественные значения при разных рабочих положениях для рабочей позы «сидя» приведены на рисунках 4, 5.

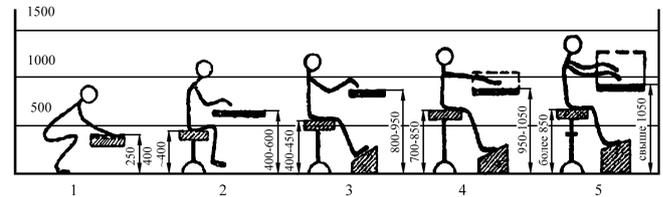


Рисунок 4 – Основные варианты рабочей позы «сидя»:
1 – на корточках; 2 – низкая; 3 – нормальная; 4 – высокая;
5 – сверхвысокая

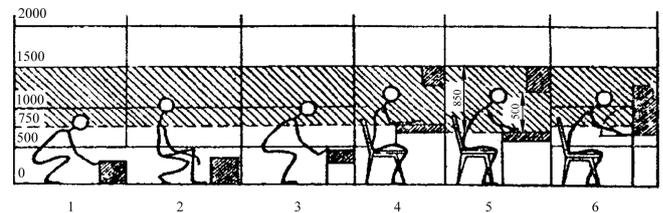


Рисунок 5 – Дополнительные варианты позы «сидя»:
1–3 – утомительна и неудобна, допускается на короткое время; 4–6 – приемлема для выполнения рабочих операций, для отдыха и чтения

Исследования физиологов показали, что более утомительной из рассмотренных на рисунках 4 и 5 поз является рабочая поза «стоя». При ней рабочему приходится затрачивать дополнительную энергию на поддержание тела в вертикальном положении. Так, если принять нагрузку при прямой рабочей позе «сидя» за единицу, то при прямой рабочей позе «стоя» она составит 1,6. При этом величина затрат энергии определяется в зависимости от построения основных рабочих положений и от положения корпуса человека. Так, при наклонной рабочей позе «сидя» нагрузка на человека возрастает в 4 раза по сравнению с прямой, а при наклонной позе «стоя» – в 10 раз.

Наиболее физиологически обоснованным является рабочее положение «сидя – стоя», обеспечивающее наименьшую утомляемость человека за счет распределения нагрузок на разные группы мышц.

Таким образом, при размещении предметов труда на рабочем месте необходимо руководствоваться следующими правилами:

- 1 На рабочем месте должно находиться все необходимое для выполнения возложенных на человека функций.
- 2 Управляющие кнопки или другие устройства, которые чаще используются работником, должны располагаться ближе к нему. Все предметы, которые предусматривает технологический процесс, должны располагаться в зоне деятельности руки человека.
- 3 Все, что берется левой рукой, должно располагаться слева и наоборот.
- 4 Руки человека должны быть свободны от выполнения поддерживающих операций.
- 5 Предметы, используемые последовательно, должны располагаться рядом, чтобы можно было использовать обратное движение рук.

6 Там, где позволяет характер работы, на рабочем месте должен предусматриваться стул.

7 Для выполнения работы в попеременной позе – «сидя» и «стоя»; с учетом массы составных частей машин рабочее место должно быть оборудовано подъемными средствами.

8 Внешнее оформление рабочего места должно соответствовать требованиям технической эстетики.

Эргономические требования к планировке рабочего места охватывают и установление проходов и проездов, обеспечивающих безопасные условия работы. Проходы между оборудованием для одного или двух человек, проезды для внутрицехового транспорта при одностороннем и встречном движении, а также их величина зависят от производственных условий.

Следовательно, комфортное рабочее место – это важнейшая составляющая трудового процесса любого производства и от того, в каких условиях пребывает сотрудник

в течение дня, зависит не только его настроение и состояние здоровья, но и производительность труда. Поэтому эргономике рабочего места необходимо уделять большое внимание и помнить, что важны малейшие детали – высота стола, стула, положение монитора перед сотрудником, цвет обоев и жалюзи и многое другое. Рабочее место будет считаться эргономичным, удобным для человека, лишь в том случае, если оно будет приспособлено под все его потребности.

Список литературы

1 Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК : учеб. пособие / В. П. Миклуш [и др.]; под ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.

2 **Миклуш, В. П.** Организация технического сервиса / В. П. Миклуш, П. Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2007. – 52 с.

Получено 01.09.2014

V. S. Milenki, P. E. Krugly, S. P. Krugly. Design of the rational workplace of the worker taking into account ergonomics of the person.

For ensuring the demanded quality of repair of cars, labor productivity of employees of the enterprise and in full to fulfill requirements for labor protection it is necessary to pay special attention to the rational organization of work on each workplace intended for performance of part of technological process.

Methodological prerequisites of the rational organization of a workplace at the enterprise are formed on the basis of the analysis of regularities of interaction of three components of this process: "person", "car" and "environment". In science studying of technology of interaction of the person and the car is called ergonomics. With its help scientists study functionality of the person during the work with the equipment taking into account its physiological and psychophysiological features. Thus important problems of increase of labor productivity of the worker and ensuring its steady work during a shift, weeks, month or year are solved.