



МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ

**ОХРАНА
ТРУДА
НА ВЦ**

МОСКВА - 1991

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

ОХРАНА ТРУДА НА ВЦ

Методические указания
к дипломному проектированию

Утверждено
на заседании редсовета
26 сентября 1990 г.

Москва
Издательство МАИ
1991

620.4 (075)

0-926

УДК: 658.382:681.3 (071.1)

Авторы-составители: Н.И. Бобков, Т.В. Голованова

Охрана труда на ВЦ: Методические указания к дипломному проектированию/Авт.-сост.: Н.И. Бобков, Т.В. Голованова - М.: Изд-во МАИ, 1991. - 28 с.: ил.

Даны рекомендации по подготовке дипломного проекта по разделу "Охрана труда на ВЦ" при выполнении преддипломной практики в подразделениях, использующих вычислительную технику. Рассмотрены вопросы организации рабочих мест и совершенствования условий производственной среды пользователей ЭВМ. Приведен список нормативно-справочной, методической и специальной литературы.

Для студентов, а также преподавателей-консультантов.

Рецензенты: В.Л. Лапин, Р.Д. Токуниц

ВВЕДЕНИЕ

Электронно-вычислительная техника является неотъемлемой частью большинства автоматизированных информационно-управляющих систем, используемых в различных областях. Применение ЭВМ освобождает человека от непроизводительной работы, связанной с обработкой информации, изменяет характер его труда. Однако при этом увеличивается доля умственного и нервно-напряженного труда, возрастает психоэмоциональная нагрузка. При значительной трудовой нагрузке, нерациональной организации работы и неблагоприятных факторах производственной среды быстро снижается работоспособность операторов, уменьшается производительность труда и ухудшается качество работы, может развиваться перенапряжение, а в отдельных случаях возникнуть срыв трудовой деятельности - дистресс.

Улучшение условий труда операторов ЭВМ во многом зависит от научно обоснованной организации рабочих мест и проведения мероприятий по оздоровлению производственной среды.

1. ЗАДАЧИ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ ПО СБОРУ МАТЕРИАЛА

Основная задача студента-дипломника при выполнении раздела "Охрана труда" заключается в разработке мероприятий по улучшению условий труда персонала, работающего с вычислительной техникой. Для того чтобы дать конкретные предложения, необходимо провести анализ фактического состояния условий труда на ВЦ или в помещениях, оснащенных ЭВМ (ПЭВМ), в период преддипломной практики и собрать исходный материал для выполнения данного раздела.

Собираются следующие сведения:

1. Характер и особенности выполняемых работ, режим труда.
2. План помещений ВЦ с указанием расположения рабочих мест и оборудования.
3. Перечень применяемого оборудования, его тип и основные характеристики:

- размер экрана ВДТ и символов, цвет изображения и его качество, наличие регулировок;
- конструкция клавиатуры (отделяемая, неотделяемая), особенности расположения клавиш и кнопок управления, их форма, размеры, усилие нажатия.

4. Особенности организации рабочих мест:

- размеры рабочих зон, возможность регулировки оборудования и мебели в соответствии с антропометрическими данными работающего персонала;

- оснащенность дополнительными приспособлениями, облегчающими работу (устройства биомеханической разгрузки рук, подпорки и т.п.).

5. Условия труда в подразделении:

- количество работающих в помещении, площадь и объем, приходящиеся на одного работающего;
- микроклимат (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, температура нагретых поверхностей оборудования), наличие в воздухе помещений пыли и вредных веществ, их источники;
- наличие и характеристика источников шума с указанием их местонахождения на плане помещения;
- вид производственного освещения (естественное, искусственное, совмещенное), система освещения (общее или комбинированное), тип светильников и источников света, их конструктивные особенности и расположение, величина освещенности рабочих мест, равномерность распределения светового потока, наличие блескости и зеркальных отражающих поверхностей;
- характеристика помещения по опасности поражения электрическим током, питающие напряжения, тип сети и режим нейтрали, наличие средств защиты от поражения;
- характеристика помещений по пожароопасности, возможные причины возникновения, источники пожароопасности.

Эргономический анализ должен включать определение соответствия рабочего места и его элементов целевому назначению, антропометрическим данным пользователей, характеру решаемых задач и требованиям нормативных документов. В анализе необходимо указать также предельно допустимые значения рассматриваемых факторов производственной среды, регламентируемые ГОСТами и нормами, соответствие (или несоответствие) фактических данных требуемым.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Выбор средств ввода и вывода информации. Видеотерминальные устройства (ВДТ) должны отвечать следующим требованиям:

- яркость свечения экрана - не менее 100 кд/м²;
- минимальный размер светящейся точки не более 0,4 мм для монохромного дисплея и не более 0,6 - для цветного;
- контрастность изображения - не менее 0,8;
- четкость изображения (перепад яркости на границе линии фона) - 70 кд/м²;
- максимальное количество цветов при цветном изображении - не более 16, при черно-белом изображении число градаций серого - 8;
- количество знаков в строке - не менее 64, количество строк - не менее 24;
- размер экрана по диагонали - не менее 31 см; высота символов на экране - не менее 3,8 мм, при этом расстояние от глаз оператора до экрана должно быть в пределах 40...80 см;
- видеомонитор должен быть оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях и изменять угол наклона экрана, экран должен иметь антибликерное устройство.

Клавиатура дисплея не должна быть жестко связана с монитором. В клавиатуре должна быть предусмотрена возможность звуковой обратной связи включения клавиши. Диаметр клавиши (ширина) 10...19 мм, усилие нажатия 0,25-1,5 Н. Клавиши должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4...0,6. Толщина клавиатуры на уровне среднего ряда не более 30 мм, угол наклона 12...15°, цвет клавиатуры должен приближаться к цвету корпуса монитора.

При работе с текстовой информацией (в режиме ввода данных, редактирования текста и чтения с экрана) наиболее целесообразным с физиологической точки зрения является предъявление черных знаков на светлом (белом) фоне.

При выборе монитора необходимо учитывать качество изображения, особенности построения отображаемой информации, параметры символов. Оптимальное расстояние между знаками соответствует 15...20% от их высоты, расстояние между строками по вертикали - 50%, высоты знаков, расстояние между словами (пробел) - не менее 70% высоты знака.

При выборе клавиатуры (а также при ее разработке) учитывают соответствие геометрии клавиатуры особенностям кисти человека и руководствуются следующими рекомендациями:

1) предпочтительно переходить от клавиатуры "прямолинейные ряды - скошенные столбцы" к клавиатуре "дугообразные ряды - прямые столбцы". В этом случае расположение клавиш более соответствует строению кисти;

2) целесообразно применение клавиатуры с расположением клавиш неравной высоты, соответствующей неравной длине пальцев (малтрон - пульт). При работе за таким пультом оператор, случайно ошибившись рядом клавиатуры, получает тактильную информацию об этом;

3) следует выбирать клавиатуру с оптимальным углом утапливания клавиш. При естественном положении кисти предпочтительный угол утапливания клавиши γ в среднем равен 55° (по отношению к оси предплечья) (рис. 1а). Если клавиша утапливается в консоли вертикально, то для обеспечения оптимального угла надавливания на клавишу, кисть должна бы находиться под углом $\alpha = 90^\circ - 55^\circ = 35^\circ$ к горизонтали, что неудобно. Рекомендуемый компромисс состоит в том, чтобы клавиши утапливались под углом к вертикали в среднем

$\beta = 21,5^\circ$. При этом угол между горизонтально расположенным предплечьем и кистью будет $\alpha = 13,5^\circ$ (рис. 1б).

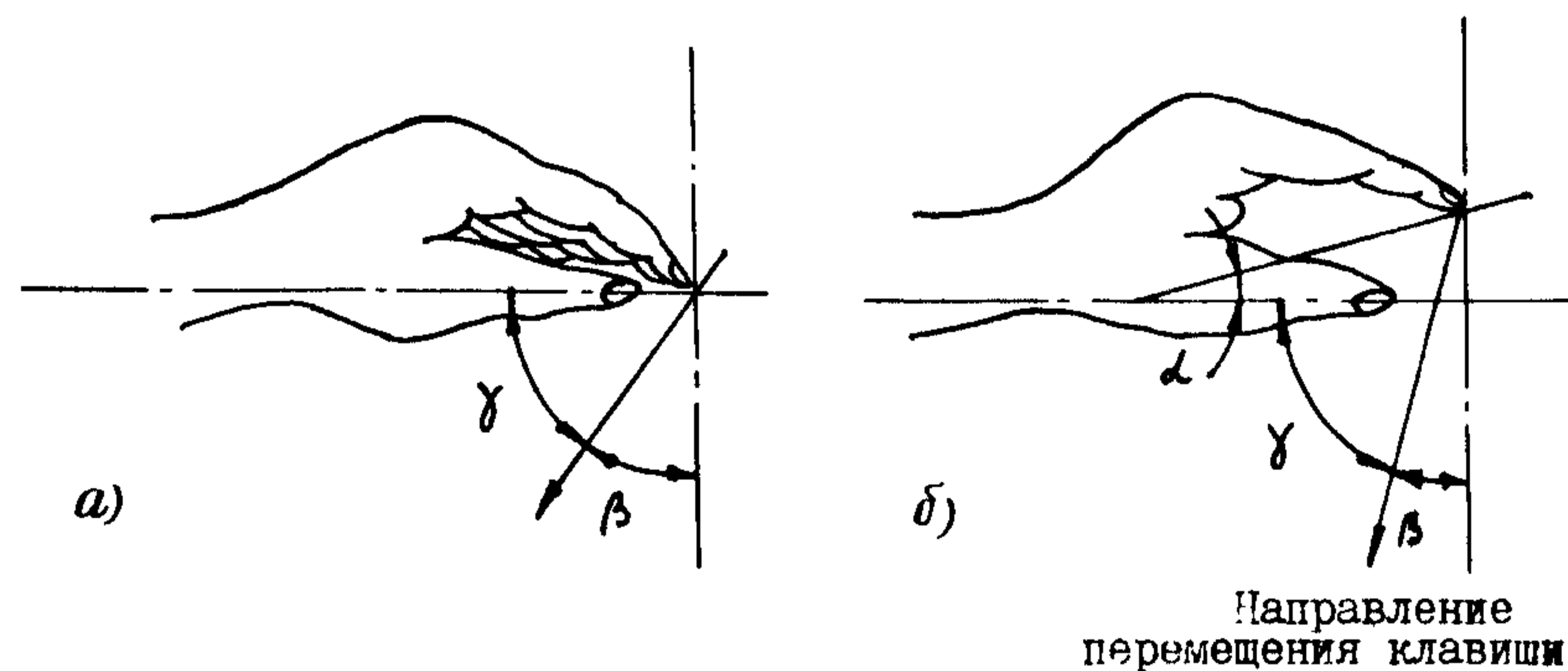


Рис. 1. Определение оптимального угла утапливания клавиш

Наиболее оптимальное решение обеспечения правильной позы при работе на клавишных аппаратах - разделение клавиатуры на две отдельные для левой и правой руки и расположение каждой из них под углом друг к другу.

Предпочтительный цвет клавиатуры - светло-серый с черным шрифтом. Часто используемые поля клавиш располагают внизу справа, редко используемые - вверху слева.

Компоновка рабочего места. Компоновка рабочего места может широко варьироваться в зависимости от типа рабочего места (РМ профессионального или непрофессионального оператора), вида решаемых задач, комплектности технических средств и иметь нестандартный характер. Может быть предложено большое число вариантов компоновки РМ: клавиатура соединена с экраном жестко или подвижно, дисплей расположен прямо перед оператором или в стороне от него, клавиатура стоит на столе или встроена, предусмотрено или отсутствует место для записей или справочных материалов. Примеры конструктивно-компоновочных решений РМ с дисплейными терминалами приведены в [14]. При выполнении работ только по вводу данных экран и клавиатуру целесообразно располагать на одной линии, а документ - слева от клавиатуры. Для задач, требующих длительных записей, внесения поправок в документ, документ и экран могут размещаться на одной линии, а клавиатура смещаться вправо или экран и клавиатура остаются на одной линии, а документ переносится вправо от клавиатуры.

Для удобства оператора в условиях интенсивной работы целесообразно применение отделяемой клавиатуры. Встроенные клавиатуры более удобны для компактных настольных дисплеев.

Определение габаритных и компоновочных размеров рабочего места, выбор его элементов. Габаритные и компоновочные параметры рабочего места определяются антропометрическими характеристиками человека. На рабочем месте различают следующие виды пространств:

досягаемая зона - та часть пространства, которая ограничена крайними точками вытянутых верхних и нижних конечностей при неизменном положении тела. Размер данного пространства зависит от пропорций тела, степени усилия при достижении крайней точки пространства и от устойчивости положения;

функциональная зона - часть досягаемой зоны, где конечности могут выполнять физиологически естественные рабочие движения в устойчивой рабочей позе;

оптимальная зона - часть функциональной зоны, в которой конечности способны продолжительное время совершать естественные рабочие движения с наибольшей точностью, быстротой, усилием и с наименьшими утомлениями.

Пространственная организация рабочего места в основном определяется размерами и формой сенсорного и моторного пространства, формой и параметрами элементов рабочего места и пространственным расположением элементов относительно работающего. Размеры и форма информационного и моторного поля регламентированы ГОСТ 12.2.032-78 [8]. Основными элементами рабочего места, оснащенного дисплеем, являются рабочая поверхность, экран дисплея, клавиатура, рабочее кресло. Высота сидения определяет все остальные пространственные параметры и функционально связана с высотой рабочей поверхности. Их взаимное расположение обеспечивает рабочую позу, влияет на производительность труда и комфорт работающего, поэтому при организации рабочего места рассматриваются взаимосвязанно. При соответствии высоты рабочей поверхности выполняемой работе достигается наибольшая производительность труда. При организации рабочего места необходимо учитывать различие в размерах мужчин и женщин. Мужчины в среднем на 100 мм выше, уровень глаз у них в положении сидя в среднем на 85 мм выше, чем у женщин. Если рабочее место предназначено для работы как мужчин, так и женщин, то оптимальна регулируемая высота рабочей поверхности в пределах 670-800 мм, при отсутствии регулировки - 725 мм [14]. Высота нижнего ряда клавиатуры от плоскости пола выбирается в пределах 670-700 мм, рекомендуемая - 650 мм. Высота экрана от пола до нижнего края определяется высотой уровня глаз оператора и требованиями перпендикулярности плоскости экрана к нормальной линии зрения. При регулируемой высоте рекомендуемые значения 950-1000 мм, при отсутствии регулировки 970-1050 мм. Угол наклона экрана от вертикали 0-30°, оптимальный составляет 15°. Удаленность клавиатуры от переднего края стола до нижнего ряда клавиатуры 80-100 мм, для неподвижного размещения клавиатуры. Расстояние от переднего края стола до экрана дисплея 500-700 мм, а при отсутствии регулировки рекомендуемое значение - 500 мм. Угол наклона рабочей поверхности рекомендуется от 10 до 20°, а клавиатуры 7-15° в зависимости от ее высоты.

При работе на наклонной поверхности осанка более правильная и меньше усталость мышц спины. Определить оптимальный угол наклона рабочей поверхности можно аналитически по значениям досягаемости руками любой точки рабочей поверхности (рис. 2) по формуле: $\operatorname{tg} \theta = (h_1 - h_2) / (d_1 - d_2)$.

Ширина рабочей поверхности не должна быть меньше, чем рабочее пространство в горизонтальной плоскости и величина должна быть не менее 700 мм. Размеры рабочей поверхности выбираются в зависимости от количества и габаритов применяемого комплекса технических средств, а также характера выполняемой работы. Оптимальные размеры рабочей поверхности стола 1600x800 мм. Она может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для клавиатуры.

Для работ, требующих ведения записей необходимо предусмотреть соответствующую площадь в оптимальной зоне моторного поля. Рекомендуемые размеры поверхности для записей 600x400 мм для прямоугольной формы и 900x600 мм для треугольной. Под столешницей рабочего стола предусматривается свободное пространство для ног размерами: по высоте не менее 600 мм, по ширине 500 мм, глубине - 650 мм.

При работе на клавиатуре, не требующей систематического перевода взора с рабочей поверхности, например, на удаленный экран дисплея, высота сидения приспособляется к высоте рабочей поверхности. Рекомендуемая высота сидения 460 мм [1]. Для людей с разными размерами тела требуется разная высота. Рекомендуется выбирать высоту сидения равную длине голени со стопой, поэтому конструкция кресла должна предусматривать регулировку в пределах 400-500 мм. Тип сидения выбирают в виде рабочего кресла или стула, которые снабжены подъемно-поворотными устройствами, обеспечивающими регулировку высоты сидения, спинки, а также изменение угла наклона спинки. Рабочее кресло должно иметь подлокотники.

Рекомендуемые размеры рабочих кресел:

Сидение - высота 420+540 мм, ширина 400+450 мм, глубина 380+420 мм, угол наклона 0+5°.

Спинка - высота верхней кромки относительно сидения 320 мм, высота опорной поверхности относительно сидения 150+280 мм, ширина 360+400 мм, горизонтальный радиус 460 мм, вертикальный радиус 620 мм, угол наклона 95+110°.

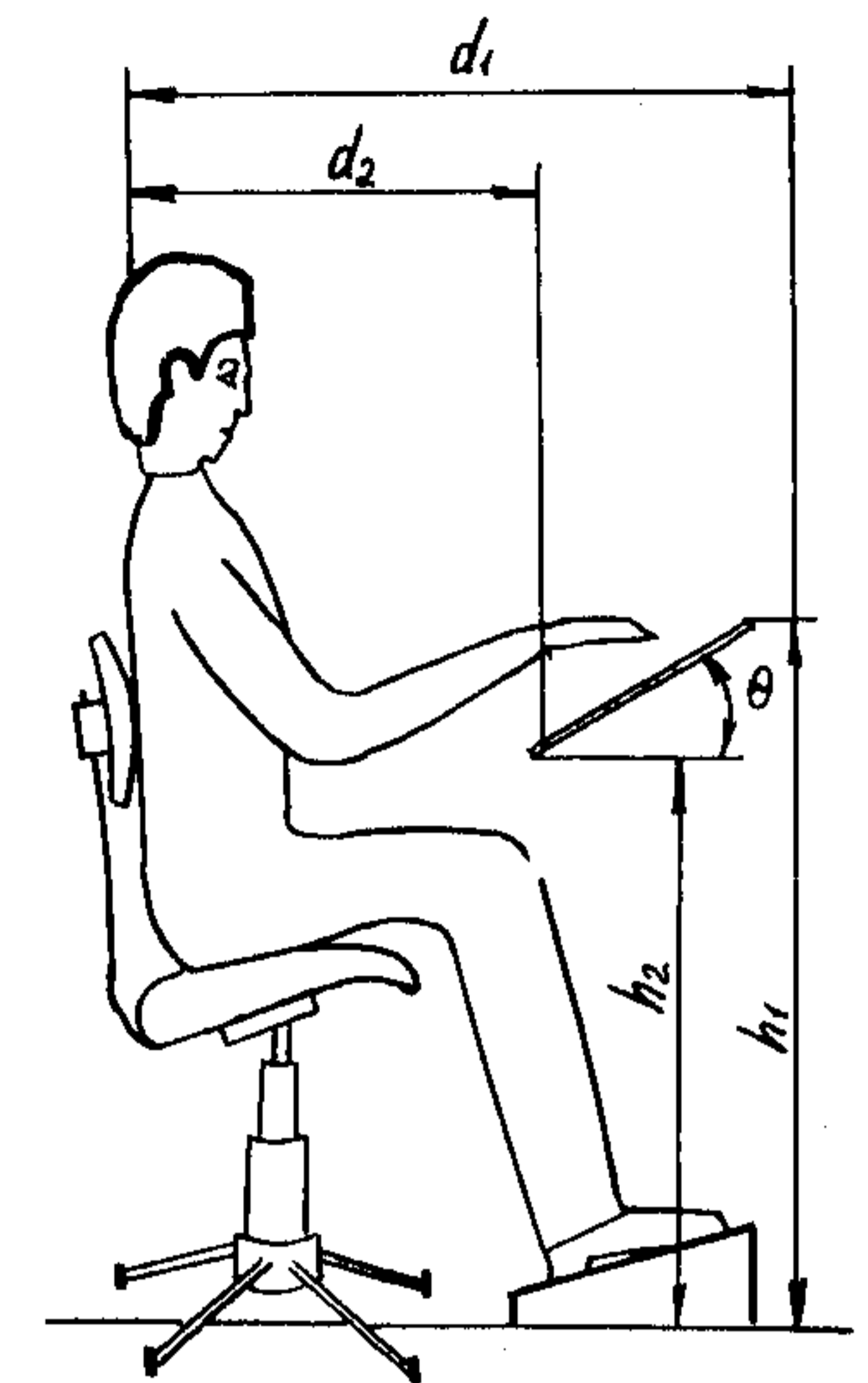


Рис. 2. Определение оптимального угла наклона рабочей поверхности

Подлокотники – длина 200±280 мм, ширина 50±80 мм, высота 210±250 мм, расстояние между подлокотниками 480±500 мм.

Поверхность сидения и спинки должна быть полумягкой, с нескользящим, неэлектризующимся и воздухопроницаемым покрытием. Конструктивные варианты кресел представлены в [1].

На рабочем месте предусматривается подставка для ног длиной 400 и шириной 300 мм, обеспечивающая регулировку высоты в пределах 0...150 мм и угол наклона 0...20°, имеющая рифленое покрытие и бортик высотой 10 мм по нижнему краю.

Оптимальное положение тела работающего достигается регулированием высоты рабочей поверхности, сидения и пространства для ног. Регулируемые параметры для операторов и рабочих при легкой сборочной работе выбирают в зависимости от роста в соответствии с таблицей I.

Т а б л и ц а I
Размеры элементов рабочего места

Рост человека, см	Высота рабочей поверхности, мм, при выполнении работы				Высота пространства для ног, мм	Высота рабочего сидения, мм
	очень тонкой зрительной	тонкой	легкой	легкой сборочной и т.п.		
140	760	670	590	510	500	330
145	785	695	615	535	520	350
150	810	720	640	565	545	365
155	830	740	665	590	565	380
160	855	765	690	620	590	400
165	880	790	715	650	610	415
170	905	815	740	675	635	430
175	930	840	765	705	655	450
180	950	860	790	735	675	465
185	975	885	815	760	700	480
190	1000	910	840	790	720	500

Т а б л и ц а 2
Размеры рабочего места с нерегулируемыми параметрами при работе сидя

Нормируемая величина	Значение, мм, для рабочего места		
	женщин	мужчин	женщин и мужчин
Высота рабочей поверхности в зависимости от характера работ: очень тонкие зрительные работы (гравировка, картография, сборка очень мелких деталей)	930	1020	975
очень тонкие работы (монтаж мелких деталей, станочные работы, требующие высокой точности и т.п.)	835	905	870
легкие работы (монтаж более крупных деталей, конторская работа и т.п.)	700	750	725
печатание на машинке, перфораторах и т.п.	630	680	655
Высота сидения	400	430	420
Расстояние от сидения до нижнего края рабочей поверхности	150	150	150
Размеры пространства для ног:			
высота	600	600	600
ширина	500	500	500
глубина	650	650	650
Размеры подставки для ног:			
длина	400	400	400
ширина	300	300	300

В тех случаях, когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности, ее следует выбирать по таблице 2 для человека ростом 180 см, а оптимальное положение тела работающих более низкого роста обеспечивают за счет увеличения высоты рабочего сидения и подставки для ног. В случаях, когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности и подставки для ног ГОСТ 12.2.032-78 допускает применение оборудования с нерегулируемой высотой рабочей поверхности. В этом случае числовые значения параметров рабочего места определяют по табл. 2.

3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СРЕДА

Любая работа выполняется в определенной производственной среде, в которой на работающего одновременно воздействуют различные производственные факторы, влияющие условия труда. На операторов наибольшее влияние оказывают санитарно-гигиенические (микроклимат, шумы и вибрации, условия зрительной работы) и психофизиологические (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки) факторы.

3.1. Требования к воздушной среде

Во всех производственных помещениях ВЦ параметры микроклимата должны соответствовать требованиям СН 4088-86 "Микроклимат производственных помещений". В залах с работающей вычислительной техникой, на рабочих местах с пультами, при операторских работах параметры микроклимата должны соответствовать значениям, представленным в табл. 3 [5].

Т а б л и ц а 3

Параметры микроклимата на рабочих местах операторов

Параметр	Период года	
	холодный	теплый
Оптимальная температура, °С	22...24	23...25
Допустимая температура, °С	21...25	22...26
Относительная влажность, %	60...40	60...40
Скорость движения воздуха, м/с	0,1	0,1...0,2

3.2. Требования к уровням шума и вибрации

Допустимые уровни шума на рабочих местах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003-83 и СН 3223-85 [6, 10]. Уровни звука и эквивалентные уровни звукового давления в помещениях, где работают математики-программисты и операторы ВДТ, не должны превышать 50 дБА; в помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический и измерительный контроль - 60 дБА; в помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) - 65 дБА; на рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин - 75 дБА [5]. Указанные уровни должны быть снижены на 5 дБА при выполнении напряженной работы, а также при длительности смены более 8 ч. Напряженная работа принимается в соответствии с СН 3223-85. Для рабочих мест при работах с ПЭВМ или ВДТ выписка из санитарных норм приведена в табл. 4.

Общая вибрация оборудования на рабочих местах не должна превышать предельно допустимых величин, установленных ГОСТ 12.1.012-78.

Т а б л и ц а 4

Допустимые уровни звукового давления $L_{доп}$ на рабочем месте при работе с ПЭВМ или ВДТ

Уровни звукового давления, дБ								Уровни звука, дБА
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	50
71	61	54	49	45	42	40	38	

3.3. Требования к условиям зрительной работы

Освещение в помещениях ВЦ должно быть совмещенным (естественное и искусственное). Вид естественного освещения - боковое.

Величина коэффициента естественной освещенности (e) должна соответствовать СНиП II-4-79 и составлять: не менее 1,5% для работ высокой точности; не менее 1% для работ средней точности.

Искусственное освещение необходимо осуществлять в виде комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных источников света. Величина искусственной освещенности на рабочих

местах должна соответствовать нормированным значениям согласно СНиП П-4-79. Разряды и подразряды зрительных работ сотрудников ВЦ определяют по табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Разряды и подразряды зрительных работ

Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочие места и поверхности
IIIг	Пульты ЭВМ, дисплеев
IУа	Пульты перфорационных машин
IУб	Машинные залы, комнаты подготовки информации

При работе операторов и программистов с ВДТ, имеющим негативное изображение (светлые знаки на темном фоне), величина искусственной освещенности при системе общего освещения должна составлять: при систематическом использовании дисплеев и работе в режиме диалога не ниже 200 лк (в горизонтальной плоскости); при использовании ВДТ и одновременной работе с документами, а также при вводе данных в ЭВМ – не ниже 500 лк [5].

Отношение яркости экрана ВДТ к яркости окружающих его поверхностей не должно превышать в рабочей зоне 3:1.

Линия взора оператора должна быть перпендикулярна центру экрана, оптимальное отклонение в вертикальной плоскости $\pm 5^\circ$, допустимое $\pm 10^\circ$.

Оптимальный угол обзора в горизонтальной плоскости от центральной оси экрана должен быть $\pm 15^\circ$, допустимый – $\pm 30^\circ$.

3.4. Требования к помещениям и размещению оборудования

Размещение оборудования в помещениях ВЦ следует осуществлять по принципу однородности видов выполняемых работ. Для оптимизации условий труда персонала необходимо устанавливать ВДТ в помещения смежные и изолированные от помещений с печатающими устройствами.

Минимальная ширина проходов с передней стороны пультов и панелей управления оборудованием ЭВМ при однорядном его расположении не менее 1 м, при двухрядном – не менее 1,2 м.

ВДТ должны располагаться при однорядном их размещении на расстоянии не менее 1 м от стен, рабочие места с дисплеями должны располагаться между собой на расстоянии не менее 1,5 м.

Площадь помещений для работников ВЦ из расчета на одного человека следует предусматривать не менее $6,0 \text{ м}^2$, а объем не менее $19,5 \text{ м}^3$.

Поверхности в помещениях должны иметь матовую и полуматовую фактуру для исключения попадания отраженных бликов в глаза работающих.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА В ПОМЕЩЕНИЯХ ВЦ

К санитарно-гигиеническим факторам, определяющим условия работы в помещениях ВЦ относятся: микроклимат, ПДК вредных веществ в воздухе, уровни шумов, освещенность рабочих мест. Для улучшения условий труда необходимо правильно выбрать мероприятия.

4.1. Нормализация воздуха производственных помещений ВЦ

Для обеспечения заданных параметров микроклимата целесообразно предусматривать кондиционирование воздуха и создавать небольшое избыточное давление для исключения поступления неочищенного воздуха в производственные помещения. Количество подаваемого воздуха в расчете на одного работающего определяется объемом помещений, числовые данные представлены в [11, 5].

Основой для расчета систем кондиционирования воздуха является расчет избытка тепла в ВЦ. Избыток тепла в помещениях ВЦ складывается из следующих составляющих:

$$Q = Q_{обор} + Q_{л} + Q_{осв} \pm Q_{отр.к} \quad (4.1)$$

где Q – количество тепла в помещении ВЦ, Вт; $Q_{обор}$ – тепло от оборудования ВЦ, Вт; $Q_{л}$ – поступление тепла от персонала ВЦ, Вт; $Q_{осв}$ – выделение тепла электрическим освещением, Вт; $Q_{отр.к}$ – поступление летом (со знаком +) и потери зимой (со знаком –) тепла через ограждающие конструкции, Вт.

В помещении ВЦ источником тепла является следующее оборудование: ЭВМ, вспомогательные устройства, испытательные приборы, паяльники. Выделение тепла от стоек вычислительной машины, устройств ввода и вывода информации и вспомогательного оборудования

принимаются по данным каталогов, справочной информации заводов-изготовителей и по результатам теплотехнических испытаний машинных залов ЭВМ. При отсутствии этих данных можно определить величину теоретически возможного выделения тепла от оборудования по следующей формуле:

$$Q_{обор} = K_1 K_2 N_{обор} , \quad (4.2)$$

где K_1 - коэффициент использования установочной мощности оборудования (обычно $K_1 = 0,95$); K_2 - коэффициент, учитывающий процент одновременно работающего оборудования ($K_2 = 0,8-1,0$);

$N_{обор}$ - суммарная установочная мощность оборудования, Вт. Количество полного тепла, выделяемого одним человеком q в помещении ВЦ обычно принимают из расчета 140 Вт. Отсюда

$$Q_n = nq , \quad (4.3)$$

где n - количество работающих в смену.

Количество тепла, поступающего от электрического освещения, определяют по фактической мощности осветительной установки:

$$Q_{осв} = K_3 K_4 N_{осв} , \quad (4.4)$$

где $N_{осв}$ - суммарная установочная мощность светильников, Вт; K_3 - коэффициент, зависящий от способа установки светильников производственного освещения и типа источников света ($K_3 = 1$ для подвесных светильников с люминесцентными лампами, $K_3 = 0,7-0,9$ для лампы накаливания, $K_3 = 0,15-0,45$ для светильников, встроенных в подвесной потолок); K_4 - коэффициент, учитывающий пуско-регулирующую аппаратуру светильника ($K_4 = 1,2-1,3$).

Для ориентировочных расчетов при применении лампы накаливания можно принимать величину 0,10-0,20 Вт на 1 м² площади пола на 1 лк освещенности, при применении люминесцентных ламп - 0,05 Вт на 1 м² площади на 1 лк освещенности.

Расчет тепла, поступающего от солнечного излучения, а также теплопотерь через ограждающие конструкции помещений представлен в [2], численные значения коэффициентов даны в СНиП 2.04.05-86 [12].

После определения избытка тепла в помещении необходимо рассчитать производительность системы кондиционирования воздуха, которая обеспечит оптимальные микроклиматические условия в помещении ВЦ.

Для системы кондиционирования воздуха (СКВ) различают полную (с поправкой на утечки воздуха в сетях) производительность и

полезную (используемую в кондиционируемых помещениях). Полную производительность определяют в м³/ч по формуле:

$$L_n = K_{пот} \cdot L , \quad (4.5)$$

где $K_{пот}$ - коэффициент, учитывающий потери в воздуховодах, определяется по СНиП П-33-75. При установке кондиционера вне обслуживаемого помещения для воздуховодов из металла и пластмасс $K_{пот} = 1,1 \dots 1,15$; L - полезная производительность системы, м³/ч.

Полезную производительность СКВ согласно [2] определяют по максимальным избыточным тепловым потокам в помещении в теплый период года по явному теплу Q (Вт) по формулам:

при удалении всего воздуха из одной зоны помещения (в частности из обслуживаемой зоны)

$$L = \frac{3,6 Q}{c \rho \Delta t_p} ; \quad (4.6)$$

при удалении только части воздуха из нижней обслуживаемой зоны помещения

$$L = \frac{3,6 Q - c \rho L_{оз} (t_{оз} - t_0)}{c \rho \Delta t_p} + L_{оз} , \quad (4.7)$$

где c - удельная теплоемкость воздуха, $c = 1$ кДж/(кг·К); ρ - плотность воздуха, кг/м³ ($\rho = 1,2$ кг/м³); $L_{оз}$ - количество воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны, м³/ч; $t_{оз}$, t_0 - температура воздуха в обслуживаемой зоне и подаваемого в помещение, °С; Δt_p - полная разность температур:

$$\Delta t_p = t_y - t_0 = K_{воз} (t_{оз} - t_0) , \quad (4.8)$$

где t_y - температура воздуха, удаляемого из помещения, °С; $K_{воз}$ - коэффициент воздухообмена, рассчитывается по формуле:

$$K_{воз} = (t_y - t_0) / (t_{оз} - t_0) . \quad (4.9)$$

Определив значение требуемой производительности системы кондиционирования воздуха в помещении ВЦ, по справочникам - каталогам [9] подбирают необходимый кондиционер. Например, центральные кондиционеры КТЦ 2 выпускаются номинальной производительностью по воздуху: 10; 20; 31,5; 40; 63; 80; 125; 160; 200 и 250 тыс.м³/ч. В соответствии с этим они обозначаются КТЦ 2-10, КТЦ 2-20 и т.д.

4.2. Выбор и расчет мероприятий по снижению уровней шума

Источниками шума в помещениях ВЦ являются вычислительные машины, встроенные вентиляторы в стойках ЭВМ, лентопротяжные механизмы, устройства ввода и вывода информации, установки кондиционирования воздуха, преобразователи напряжения. В зависимости от числа одновременно работающих устройств и их технического состояния уровни шума могут быть достаточно высокими.

В помещениях ВЦ снижение шума, создаваемого на рабочих местах, достигается в основном двумя путями: ослаблением шума самих источников и строительными-акустическими мероприятиями (изоляция источников шума, применение звукопоглощающих облицовок, экранирование рабочих мест).

Чтобы оценить акустическую обстановку в помещениях и разработать рекомендации по ее нормализации, необходимо провести акустический расчет. Расчет включает:

1. Выявление источников шума и определение уровней звукового давления в октавных полосах частот на среднегеометрических частотах октавных полос 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц и уровень звука в дБА.

2. Выбор рабочих мест в помещении, для которых производят расчет.

3. Определение уровней звукового давления в октавных полосах частот в поле прямого звука и ожидаемые уровни звукового давления в октавных полосах частот с учетом отраженного звука.

4. Определение допустимых уровней $L_{доп}$ в расчетных точках в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 и СН 3223-85 [6, 10].

5. Сравнение уровней звукового давления (прямого и ожидаемого).

6. Выбор мероприятий (если превышаются допустимые значения) для обеспечения требуемого снижения шума.

7. Расчет эффективности выбранных мероприятий.

Звуковое поле в помещении состоит из поля прямого звука, идущего от источника (источников) шума, и поля отраженного (от ограждающих поверхностей) звука.

Шумовые характеристики основных устройств ЭВМ типа ЕС приведены в табл. 6.

Таблица 6

Уровни звукового давления L_p и уровни звуковой мощности L_w , создаваемые устройствами ЭВМ ЕС

Наименование устройств	Уровни, дБ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Уровни звука, дБА
Процессор, мультиплексный канал, оперативная память	L_p	68	68	68	67	63	62	56	49	69
	L_w	74	75	76	78	76	75	70	65	
Печатающее устройство	L_p	61	66	72	74	74	71	70	64	79
	L_w	76	76	78	84	86	84	84	80	
Накопитель на сменных магнитных дисках	L_p	65	66	67	72	68	66	64	56	74
	L_w	71	73	75	76	74	75	69	66	

В каждом помещении имеется область, где преобладает прямой звук, называемая зоной прямого звука, и область действия отраженного звука, называемая зоной отраженного звука. Граница между ними определяется предельным радиусом:

$$r_{пр} = \sqrt{B\Phi/4\Omega}, \quad (4.10)$$

где $B = A/(1-\alpha)$ – постоянная помещения, m^2 ; Φ – фактор направленности источника ($\Phi = 1$ для ненаправленных источников); $\Omega = 4\pi$ – полный пространственный угол (в стерерадианах), в который излучается звук; A – эквивалентная площадь звукопоглощения, m^2 ; $A = \alpha S_{огр}$, где α – показатель звукопоглощения в помещении; $S_{огр}$ – суммарная площадь ограждающих поверхностей, m^2 .

В области частот 63+1000 Гц $\alpha = \alpha_0$ в области частот 2000... ..8000 Гц $\alpha = \alpha_0 + (1-\alpha_0) m\bar{t}$,

α_0 – коэффициент звукопоглощения поверхности:

$$\alpha_0 = (1/S_{огр}) \sum_i \alpha_{yi} S_{огр i}, \quad (4.11)$$

где α_{qi} — коэффициент звукопоглощения элемента ограждающей поверхности с площадью $S_{орpi}$. Коэффициенты звукопоглощения различных материалов приводятся в справочниках

$$m_l = \frac{\beta_a}{4340} \frac{4v}{S_{орp}}, \quad (4.12)$$

где β_a — коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ/км, значения приведены в табл. 8; v — объем помещения, м³.

Т а б л и ц а 8

Коэффициенты поглощения звука в воздухе β_a , дБ/км, при $t = 20^\circ\text{C}$, относительной влажности 60%

Среднегеометрические частоты октавных полос	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a	0,3	1,1	2,8	5,2	9,6	25	83

Если рабочее место оператора или другого работника находится в зоне прямого звука, то рассчитывается только уровень звукового давления прямого звука. Уровень звукового давления прямого звука, создаваемого на расстоянии r от него, согласно [4] равен

$$L_{\text{прям}}(r) = L_W - 20 \lg r - 11, \quad (4.13)$$

где L_W — уровень звуковой мощности источника, дБ.

Для определения уровней звукового давления в октавных полосах частот на расстоянии r от источника необходимо в формулу (4.13) вместо L_W подставлять последовательно значения уровней звуковой мощности источника в октавных полосах частот начиная с частоты 63 Гц:

$$L_{63 \text{ прям}}(r) = L_{W63} - 20 \lg r - 11 \text{ дБ} \quad (4.14)$$

и так далее до частоты 8000 Гц.

Если в помещении имеется несколько источников шума, то расчет производится по формуле:

$$L_{\Sigma \text{ прям}}(r) = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{пр}(r)_i} \text{ дБ} \quad (4.15)$$

$L_{пр}(r)_i$ определяется от каждого источника (с учетом конкретного расстояния от данного источника до рабочего места).

Если рабочее место находится в зоне отраженного звука, то вычисляется ожидаемый уровень шума:

$$L = L_W - 20 \lg r - 10 \lg B - 5 \text{ дБ} \quad (4.16)$$

При наличии нескольких источников шума в помещении расчет производится аналогично формуле 4.15.

При определении ожидаемых на рабочем месте уровней звукового давления в октавных полосах частот, необходимо в формуле (4.16) вместо L_W подставлять L_{W63} , L_{W125} и так далее L_{W8000} .

Полученные значения уровней звукового давления прямого и ожидаемого необходимо сравнить с допустимыми значениями $L_{доп}$ [6].

Если уровни звукового давления прямого звука укладываются в допустимые пределы, а ожидаемые уровни шума на рабочем месте выше этих значений, то необходимо уменьшить интенсивность отраженных волн. Добиться этого можно облицовкой части внутренних поверхностей ограждений помещения звукопоглощающими материалами (или конструкциями).

Величины требуемого снижения ожидаемого уровня звукового давления в октавных полосах частот определяется в каждой октавной полосе, как разность ожидаемого уровня шума, полученного согласно формуле (4.16) и допустимого уровня

$$\Delta L_{\text{треб}} = L - L_{\text{доп}} \quad (4.17)$$

Далее необходимо выбрать звукопоглощающий материал или конструкцию, которые обеспечили бы требуемые снижения шума. Выбор проводят по величине коэффициента звукопоглощения α [3].

Расчет максимально возможного снижения уровня звукового давления после применения звукопоглощающей облицовки выбранным материалом можно провести по формулам:

в диапазоне частот 63–1000 Гц

$$\Delta L_{\text{max}} = 10 \lg \left[1 + 50 r^2 \left(1 - \frac{\sum_i S_{орpi}}{S_{орp}} \right) / \sum_i \alpha_i S_{орpi} \right]; \quad (4.18)$$

в диапазоне частот 2000–8000 Гц

$$\Delta L_{\text{max}} = 10 \lg \left\{ 1 + 50 r^2 \left[1 - \frac{\sum_i \alpha_i S_{орpi}}{S_{орp}} - \left(1 - \frac{\sum_i \alpha_i S_{орpi}}{S_{орp}} \right) \frac{\beta_a \cdot v}{1085 S_{орp}} \right] \frac{1}{\sum_i \alpha_i S_{орpi}} \right\} \quad (4.19)$$

Если $\Delta L_{\text{max}} > \Delta L_{\text{треб}}$, то звукопоглощающий материал выбран правильно. Если это условие не выполняется, то необходимо подобрать другой материал с большим коэффициентом звукопоглощения α и провести расчет.

Если в помещении ВЦ на рабочих местах окажется, что не только ожидаемые уровни шума, но и уровни звукового давления прямого звука превышают норму, то методом звукопоглощения уменьшить его нельзя и необходимо использовать звукопоглощающие конструкции.

Основными звукоизолирующими конструкциями, которые можно применить в помещениях ВЦ являются перегородки и экраны. Выбирать материал для ограждающей конструкции надо таким образом, чтобы звукоизоляция этими ограждениями во всех октавных полосах частот от 63 до 8000 Гц (частотная характеристика) обеспечила на рабочих местах уровень шума не превышающий нормы.

Определить частотную характеристику выбранного материала, согласно работы [4], можно по графикам. Частотная характеристика звукоизоляции ограждения из бетона, кирпича и т.п. состоит из трех прямолинейных отрезков: AB , BC , CD . Прямые AB и CD расположены параллельно оси абсцисс, а прямая BC имеет наклон 7,5 дБ/октаву. Общий вид частотной характеристики представлен на рис. 3. Построение графика частотной характеристики проводится в следующем порядке: 1) определяется частота f_B в зависимости от толщины h ограждения (бетона, кирпича) $f_B = 290$ Гц при $h = 50$ мм, $f_B = 250$ Гц при $h = 100$ мм, $f_B = 225$ Гц при $h = 150$ мм, $f_B = 210$ Гц при $h = 250$ мм, $f_B = 200$ Гц при $h = 300$ мм; 2) рассчитывается R_B в зависимости от массы m в кг I м^2 выбранного материала по формуле

$$R_B = 22 \lg m - 12 \text{ дБ}; \quad (4.20)$$

3) проводится горизонтальная прямая AB от $f = 0$ до $f = f_B$ на уровне $R = R_B$; 4) проводится прямая BC с наклоном 7,5 дБ на октаву (на каждое удвоение частоты) до уровня $R = 60$ дБ; 5) от точки C прямая CD идет горизонтально на уровне 60 дБ.

Частотные характеристики звукоизоляции ограждений из металла и стекла имеют вид ломаных линий. Общий вид представлен на рис. 4. Координаты прямых AB и BC для различных материалов массой приведены в табл. 9.

Если материал выбран правильно, то частотная характеристика ограждения должна располагаться ниже кривой требуемого снижения уровня шума, построенной в той же системе координат.

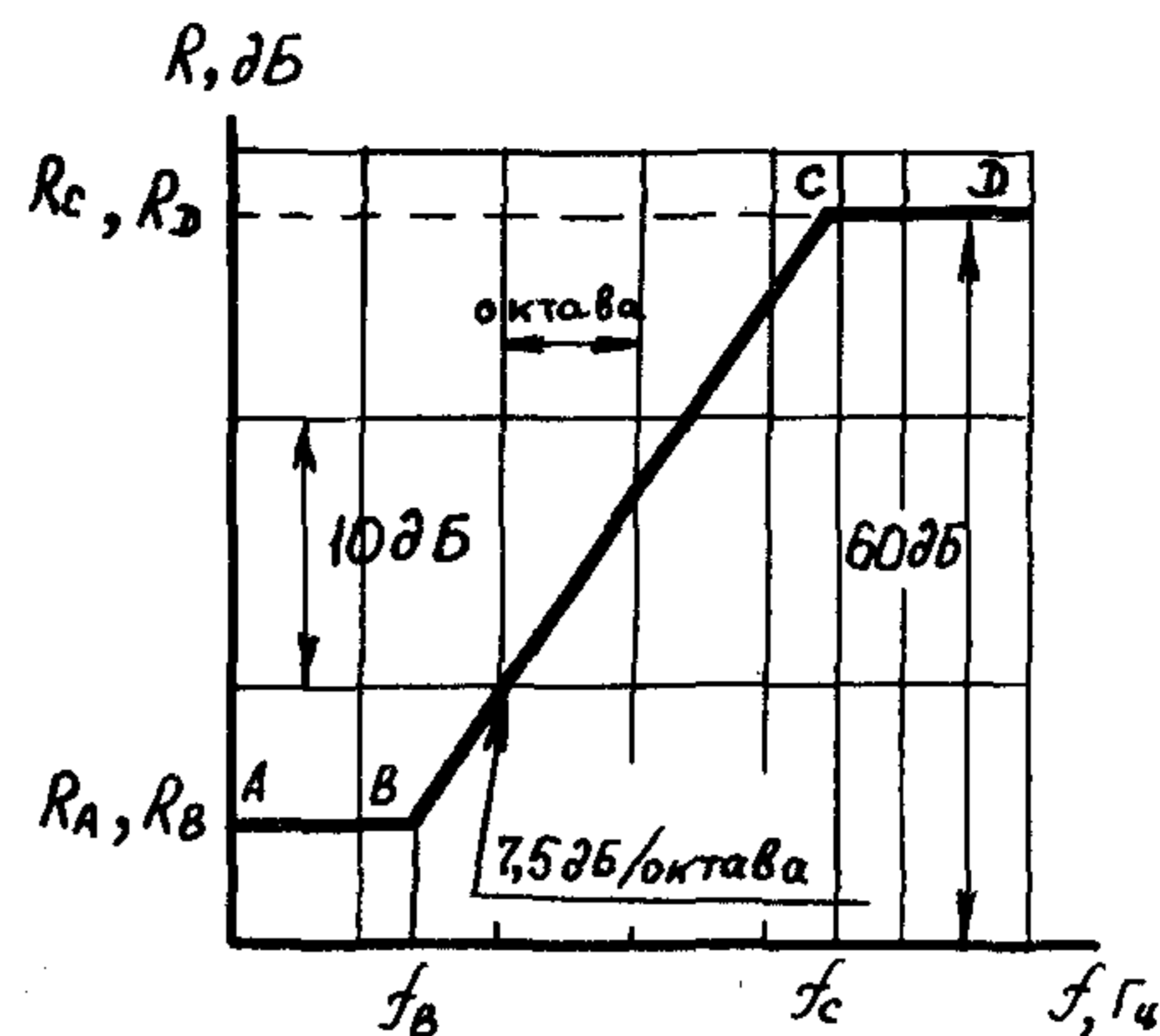


Рис. 3. Частотная характеристика звукоизолирующей перегородки из бетона или кирпича

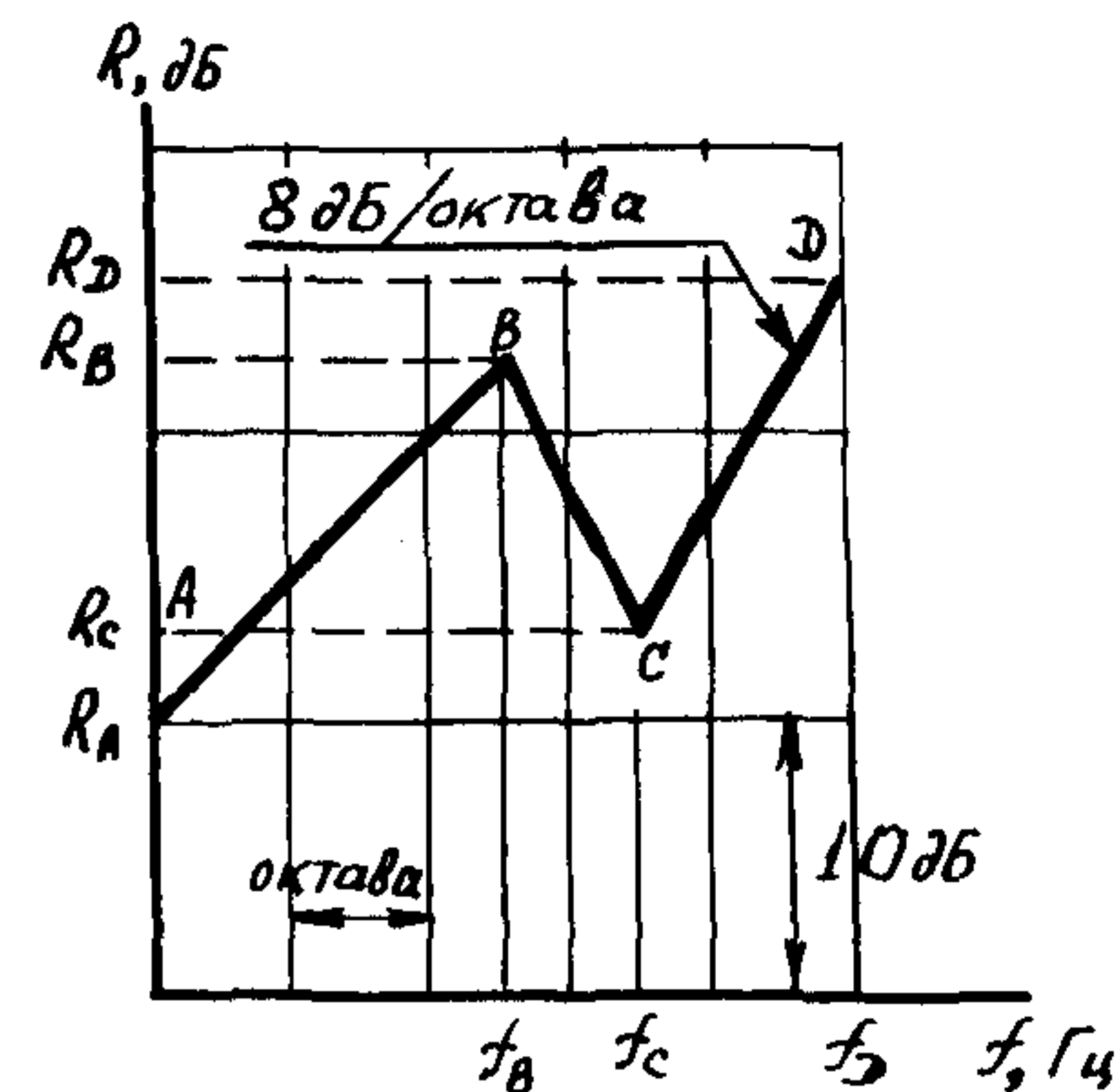


Рис. 4. Частотная характеристика звукоизолирующей перегородки из металла или стекла

Т а б л и ц а 9

Координаты частотной характеристики звукоизолирующих материалов

Материал	R_A , дБ	f_B , Гц	R_B , дБ	f_C , Гц	R_C , дБ
Сталь	$22 + 9 \lg \frac{h}{h_0}$	$6000/h$	39	$2f_B$	31
Алюминиево-магние- вые сплавы	$22 + 9 \lg \frac{h}{h_0}$	$6000/h$	32	"	22
Стекло силикатное	$18 + 8,5 \lg \frac{h}{h_0}$	$8000/h$	35	"	29
Стекло органическое	$12 + 12 \lg \frac{h}{h_0}$	$17000/h$	37	"	30
Асбестоцементные листы	$22 \lg \frac{m}{m_0} - 12$	$11000/h$	36	"	30
Сухая гипсовая штукатурка	$22 \lg \frac{m}{m_0} - 12$	$19000/h$	36	"	30

В ряде случаев в помещении ВЦ нельзя установить перегородку, тогда для защиты от шума можно применить акустический экран. Сни-

жение уровня звукового давления на рабочем месте при применении экрана определяется согласно [4] по формуле

$$\Delta L = 10 \lg \frac{1 + 25 r_k^2 / B}{10^{-0,1 \Delta L_{кр}} + 25 r_k^2 / B_1}, \quad (4.21)$$

где r_k — расстояние от акустического центра k -го источника до расчетной точки, м; B и B_1 — постоянные помещения соответственно до и после установки экрана, m^2 ; $\Delta L_{экр}$ — акустическая эффективность экрана, дБ:

$$\Delta L_{экр} = -10 \lg \sum_{i=1}^3 10^{-0,1 \Delta L_{экр}^i}, \quad (4.22)$$

где $\Delta L_{экр}^i$ — акустические эффективности экрана бесконечной протяженности соответственно при $i=1$ в плане, при $i=2$ и 3 по высоте.

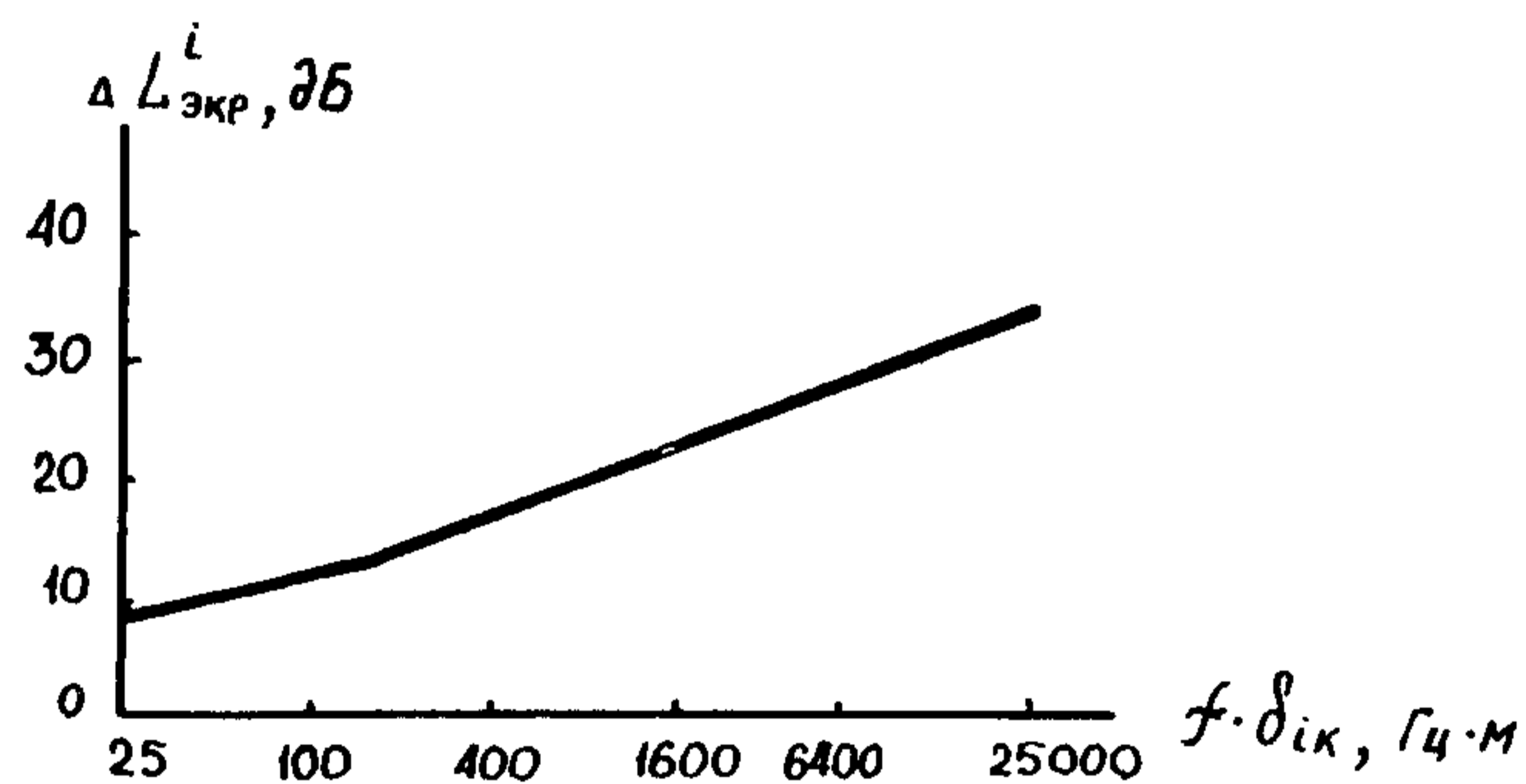


Рис. 5. График зависимости акустической эффективности экрана от $f \cdot \delta_{ik}$

Определяются $\Delta L_{экр}^i$ по графику, изображенному на рис. 5, в зависимости от $f \cdot \delta_i$.

$$\delta_i = a_i + b_i - d_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (4.23)$$

где a_1, a_2, a_3 — кратчайшее расстояние, м, от поверхности источника шума соответственно до верхней и до боковых границ экрана; b_1, b_2, b_3 — кратчайшие расстояния, м, соответственно от верхней и боковых границ экрана до расчетной точки; d_1, d_2, d_3 — кратчайшие расстояния, м, от расчетной точки до соответственно поверхности источника и элементов его поверхности, ближайших к боковым границам экрана согласно схеме, представленной на рис. 6.

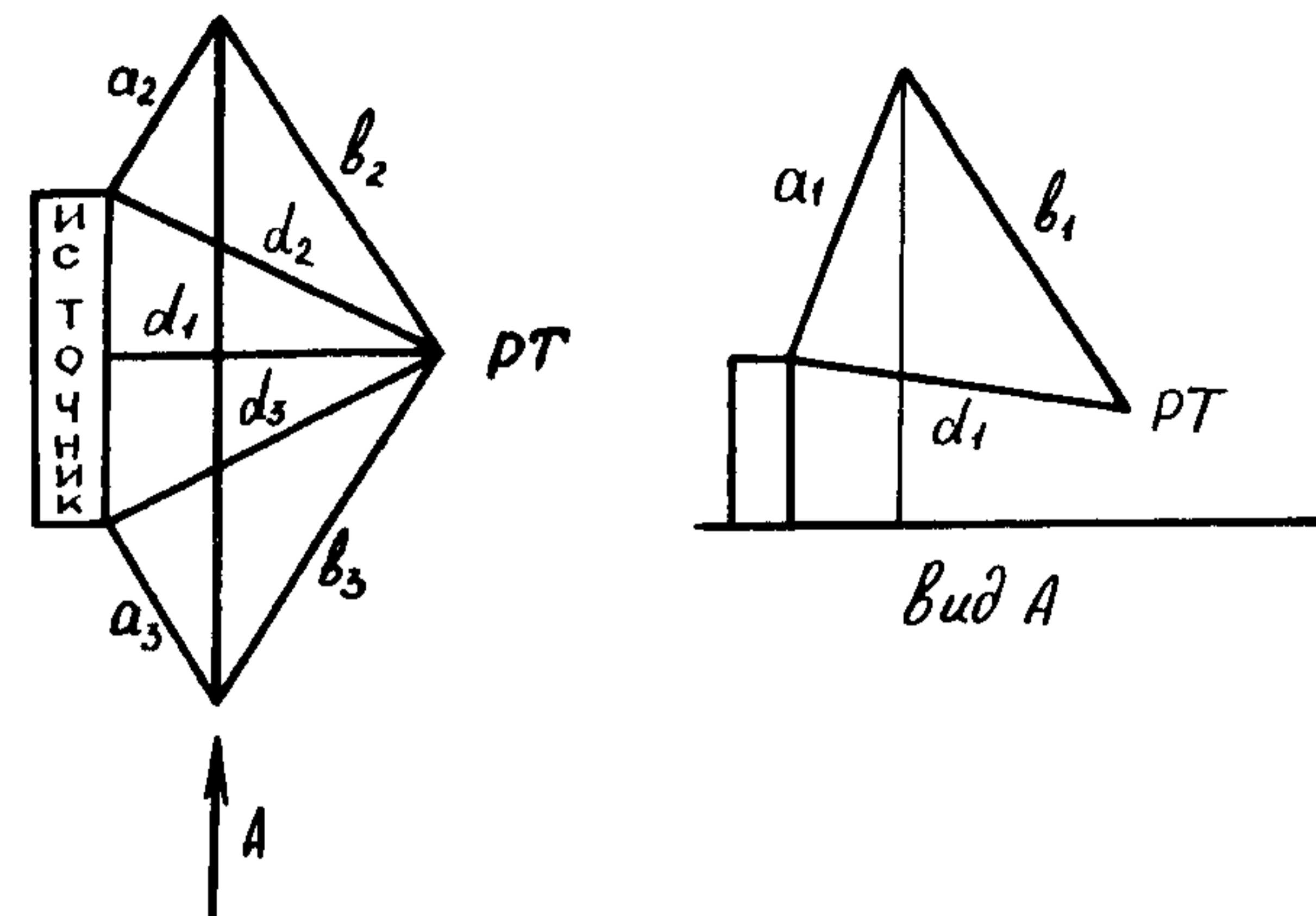


Рис. 6. Схема расположения источника шума и рабочей точки (РТ)

4.3. Мероприятия по обеспечению условий зрительной работы

При проектировании осветительной установки целесообразно применение люминесцентных источников света в светильниках общего освещения типа ЛБ, ЛХБ, ДРЛ, которые наиболее подходят по спектральному составу. Тип светильника выбирают с учетом ограничения прямой и отраженной блескости. Рекомендуется применять светильники преимущественно отраженного или рассеянного света (УСП-5, УСП-35, ЛВ003 и т.п.). Светильники общего освещения располагают равномерно рядами параллельно световым проемам. Для уменьшения коэффициента пульсаций применяют многоламповые светильники с компенсирующими пуско-регулирующими аппаратами.

При проведении светотехнических расчетов для помещений с ВДТ и ПЭВМ коэффициент запаса K_3 выбирают равным 1,4.

При размещении ВДТ на рабочей поверхности уровень глаз оператора должен приходиться на центр экрана или 2/3 его высоты. Для улучшения условий зрительной работы при считывании информации с экрана ВДТ увеличивают угол рассматривания символов Δ . Чем больше угол рассматривания, тем легче воспринимать информацию и меньше устают глаза. Оптимальный угол рассматривания символов на экране 24–35 угловых минут. Допустимый — 20. Угол рассматривания символов определяют по формуле: $\operatorname{tg} \Delta/2 = s/2l$,

где s - высота буквы и цифры, мм; l - расстояние глаз до объекта информации на экране, мм; Δ - угол рассматривания в угловых минутах.

Для цветных ВДТ оптимальное цветовое сочетание, вызывающее наименьшее утомление: темно-зеленый фон и белые знаки. При использовании монохромного монитора оптимальным цветом отображения светящихся знаков сложной конфигурации является желто-зеленый участок спектра с длиной волны 500-570 нм, имеющий максимальную видимость. Не рекомендуется применять красный, фиолетовый, синий и голубой цвета для отображения знаков сложной конфигурации, так как они приводят к более выраженному утомлению глаз.

При разработке программного обеспечения можно одновременно применять не более 7 цветов.

Яркостный контраст цветных знаков и фона выбирают не менее 60%. Величина контраста определяется отношением: $K = L_{max} / L_{min}$, где L_{max} - максимальная яркость экрана, кд/м²; L_{min} - минимальная яркость экрана, кд/м².

При обратном контрасте: L_{max} - соответствует яркости знака, L_{min} - яркости фона.

При прямом контрасте: L_{max} - соответствует яркости фона, L_{min} - яркости знака.

При работе на ВДТ рекомендуется применять следующие виды освещения дисплейных залов в зависимости от способа размещения рабочих мест:

а) естественное освещение - при расположении рабочих мест в один ряд по длине помещения на расстоянии 0,8-1,0 м от стены с оконными проемами и установкой экранов ВДТ перпендикулярно данной стене;

б) искусственное общее освещение - при расположении мониторов по периметру помещения, одно- трехрядной расстановке рабочих мест или при центральном расположении рабочих мест в два ряда по длине дисплейного зала с экранами, обращенными в противоположные стороны (при зашторенных окнах);

в) совмещенное освещение - при одно, двух и трехрядном расположении рабочих мест, когда экран и поверхность рабочего стола находятся перпендикулярно стене со светопроемами.

Для окраски стен помещений целесообразно выбирать следующие цвета: светло-голубой, светло-зеленый, светло-серый.

Оптимальные цвета поверхностей рабочих столов: цвет натуральной древесины, голубой, светло-зеленый, светло-серый.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аруин А.С., Зацорский В.М. Эргономическая биомеханика. - М.: Машиностроение, 1988.
2. Богуславский В.Г., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. - М.: Стройиздат, 1985.
3. Борьба с шумами и вибрациями в авиационной промышленности: Методические указания к дипломному проектированию/М.И. Дайнов, Л.И. Малько, В.Н. Яров. - М.: Изд-во МАИ, 1989.
4. Борьба с шумом на производстве: Справочник, Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов и др. - М.: Машиностроение, 1985.
5. Временные санитарные нормы и правила для работников вычислительных центров. - М.: Минздрав СССР, 1988.
6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-78 ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
9. Кондиционеры: Каталог-справочник. - М.: ЦНННТЭ - Строймаша, 1981.
10. СН 3223-85 Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах.
11. СН 4088-86 Микроклимат производственных помещений.
12. СНиП 2.04.85-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
13. СНиП П-4-79 Естественное и искусственное освещение.
14. Романов Г.М., Туркина Л.С., Колпащиков Л.С. Человек и дисплей. - Л.: Машиностроение, 1986.
15. Яров В.Н., Малько Л.И. Методические указания к дипломному проектированию "Защита от шума и вибраций". - М.: МАИ.1985.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Задачи преддипломной практики по сбору материала	3
2. Организация рабочего места	5
3. Производственная среда	12
3.1. Требования к воздушной среде	12
3.2. Требования к уровням шума и вибрации	13
3.3. Требования к условиям зрительной работы	13
3.4. Требования к помещениям и размещению оборудования	14
4. Рекомендации по обеспечению условий труда в помещениях ВЦ	15
4.1. Нормализация воздуха производственных помещений ВЦ	15
4.2. Выбор и расчет мероприятий по снижению уровней шума	18
4.3. Мероприятия по обеспечению условий зрительной работы	25
Литература	27

Тем. план 1991, поз. 225

ОХРАНА ТРУДА НА ВЦ

Методические указания к дипломному проектированию

Авторы-составители:

Бобков Николай Ильич

Голованова Татьяна Венедиктовна

Редактор Т.А. Чебакова

Техн. редактор Е.А. Смирнова

Подписано в печать 5.09.91

Бум. офсетная. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,62. Тираж 500

Зак. 2619/186. Цена 15 к.

Типография издательства МАИ

125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4.