

504n
620

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения
Министерства путей сообщения Российской Федерации»
(РГУПС)**

Безопасность жизнедеятельности.

Метеорологические условия. Освещение. Шум. Вибрация

Методические указания к лабораторным работам

**Ростовский государственный
университет путей сообщения
БИБЛИОТЕКА**

Ростов-на-Дону
2004

6 7 5 3 4 3

7002

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОЦЕНКА И КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВРЕДНОСТИ И ОПАСНОСТИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ	4
1.1 Основные понятия и определения	4
1.2 Классификация условий труда по показателям микроклимата	5
1.3 Классификация условий труда по показателям световой среды	7
1.4 Классификация условий труда при воздействии производственного шума и вибрации	7
1.5 Общая гигиеническая оценка условий труда	8
2. Лабораторная работа "ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ"	10
2.1 Цель работы	10
2.2 Общие сведения о микроклимате производственных помещений	10
2.3 Приборы для измерения показателей микроклимата	13
2.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений	16
2.5 Контрольные вопросы	20
2.6 Рекомендуемая литература	20
3. Лабораторная работа "ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ"	23
3.1 Цель работы	23
3.2 Общие сведения о естественном освещении	23
3.3 Приборы для измерения освещенности	25
3.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений	27
3.5 Контрольные вопросы	28
3.6 Рекомендуемая литература	28
4. Лабораторная работа "ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА"	32
4.1 Цель работы	32
4.2 Общие сведения о шуме	32
4.3 Приборы для измерения показателей производственного шума	38
4.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений	40
4.5 Контрольные вопросы	42
4.6 Рекомендуемая литература	42
5. Лабораторная работа "ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ"	45
5.1 Цель работы	45
5.2 Общие сведения о вибрации	45
5.3 Приборы для измерения показателей вибрации	49
5.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерения	52
5.5 Контрольные вопросы	56
5.6 Рекомендуемая литература	56

1 ОЦЕНКА И КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВРЕДНОСТИ И ОПАСНОСТИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

1.1 Основные понятия и определения

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызывать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Вредные производственные факторы могут быть физическими, химическими, биологическими и психофизиологическими. К физическим факторам, исследуемым в лабораторных работах, относятся:

- температура, влажность, скорость движения воздуха;
- освещение;
- производственный шум;
- производственная вибрация.

Одной из важнейших составляющих системы управления охраной труда является проведение аттестации рабочих мест по условиям труда. В соответствии с Постановлением Минтруда №12 от 14.03.97 г. аттестация рабочих мест призвана обеспечить гарантии работникам на условия труда, соответствующие установленным требованиям охраны труда, разработку и внедрение мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда работников.

Каждый работник должен иметь полную информацию об условиях труда, степени их вредности, возможных неблагоприятных последствиях для здоровья, необходимых средствах индивидуальной защиты, режимах труда и отдыха, медико-профилактических мероприятиях, мерах по сокращению времени контакта с вредным фактором. Приоритетность в проведении оздоровительных мероприятий устанавливается в соответствии с Руководством Р 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса». Согласно этому Руководству условия труда подразделяются на четыре класса.

1 класс – оптимальные условия труда – условия, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

2 класс – допустимые условия труда – условия, характеризуемые такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются в период регламентированного

отдыха и не должны оказывать неблагоприятного воздействия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство.

3 класс – вредные условия труда – условия, характеризуемые наличием вредных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и(или) его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на четыре степени вредности:

- 1 степень 3 класса (3.1) – условия труда, характеризующиеся такими отклонениями от гигиенических нормативов, которые, как правило, вызывают обратимые функциональные изменения в организме и обуславливают риск развития заболевания;

- 2 степень 3 класса (3.2) – условия труда с такими уровнями производственных факторов, которые могут вызвать стойкие функциональные нарушения в организме, приводящие в большинстве случаев к росту заболеваемости с временной утратой трудоспособности, повышению частоты общей заболеваемости, появлению начальных признаков профессиональной патологии;

- 3 степень 3 класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, которые приводят, как правило, к развитию профессиональной патологии в легких формах в период трудовой деятельности, росту хронической общесоматической патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

- 4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать выраженные формы профессиональных заболеваний; отмечается значительный рост хронической патологии и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

4 класс – опасные (экстремальные) условия труда, характеризующиеся такими уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных поражений.

1.2 Классификация условий труда по показателям микроклимата

Для оценки оптимального и верхней границы допустимого микроклимата могут быть использованы как отдельные его составляющие согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», так и интегральный показатель – тепловая нагрузка среды (ТНС-индекс). Последний отражает сочетанное влияние температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также теплового облучения на теплообмен человека с окружающей средой. Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по показателям микроклимата осуществляется в соответствии с табл. 1.2.1 и 1.2.2.

Таблица 1.2.1 – Классы условий труда по показателям микроклимата для производственных помещений независимо от периодов года и открытых территорий в теплый период года

Показатель	Классы условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстрем.)
			3.1	3.2	3.3	3.4	
1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4	
Температура воздуха, °С	по СанПиН*	по СанПиН*	по показателю ТНС-индекса (см. табл. 1.2.2)				
Скорость движения воздуха, м/с	по СанПиН*	по СанПиН*	учтена в показателе ТНС-индекса (см. табл. 1.2.2)				
Влажность воздуха, %	по СанПиН*	по СанПиН*	по показателю ТНС-индекса (см. табл. 1.2.2) или				
			14-10	<10			
ТНС-индекс, °С	по таблице 1.2.2						

* В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 1.2.2 - Классы условий труда по показателю ТНС-индекса (°С) для производственных помещений с нагревающим микроклиматом независимо от периода года и открытых территорий в теплый период года

Категория работ	Общие энергозатраты, Вт/м ²	Классы условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный - 3				Опасный (экстрем.)
				1	2	3.1	3.2	
Іа	68 (58-77)	22,2 – 26,4	26,5 – 26,6	26,7 – 27,4	27,5 – 28,6	28,7 – 31,0	>31,0	
Іб	88 (78-97)	21,5 – 25,8	25,9 – 26,1	26,2 – 26,9	27,0 – 27,9	28,0 – 30,3	>30,3	
Іа	113 (98-129)	20,5 – 25,1	25,2 – 25,5	25,6 – 26,2	26,3 – 27,3	27,4 – 29,9	>29,9	
ІІб	145 (130-160)	19,5 – 23,9	24,0 – 24,2	24,3 – 25,0	25,1 – 26,4	26,5 – 29,1	>29,1	
ІІІ	177 (161-193)	18,0 – 21,8	21,9 – 22,2	22,3 – 23,4	23,5 – 25,7	25,8 – 27,9	>27,9	

1.3 Классификация условий труда по показателям световой среды

Нормативные показатели естественного и искусственного освещения производственного помещения установлены СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Отнесение условий труда по показателям световой среды осуществляется в соответствии с табл. 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды производственных помещений

Фактор, показатель	Классы условий труда				
	Допустимый 2	Вредный 3			
		1 степени 3.1	2 степени 3.2	3 степени 3.3	4 степени 3.4
ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ Коэффициент естественной освещенности (КЕО,%)	≥0,6	0,1-0,6	<0,1		

1.4 Классификация условий труда при воздействии производственного шума и вибрации

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах установлены СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Предельно допустимые уровни вибрации на рабочих местах установлены СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Отнесение условий труда по показателям шума и вибрации осуществляется в соответствии с табл. 1.4.1.

Таблица 1.4.1 – Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной и общей вибрации на рабочем месте

Фактор, показатель, единица измерения	Классы условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный (экстрем.)
		2	3.1	3.2	3.3	
	<i>Превышение ПДУ до ...</i>					
ШУМ Эквивалентный уровень звука, дБА	≤ПДУ*	5	15	25	35	>35
ВИБРАЦИЯ ЛОКАЛЬНАЯ Эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, дБ	≤ПДУ**	3	6	9	12	>12
ВИБРАЦИЯ ОБЩАЯ Эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, дБ	≤ПДУ**	6	12	18	24	>24

* В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

** В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

1.5 Общая гигиеническая оценка условий труда

Если на рабочем месте фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1 или 2 классу. Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, условия труда могут быть отнесены к 1-4 степеням 3 класса (вредных) или 4 классу (опасных) условий труда.

Результаты оценки вредных факторов производственной среды вносят в табл. 1.5.1.

Таблица 1.5.1 – Фактическое состояние условий труда на рабочих местах

Код фактора	Наименование производственного фактора, единица измерения	Дата проведения измерения	ПДУ, допустимый уровень	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонения	Класс условий труда, степень вредности и опасности	Продолжительность воздействия, % времени смены
4.62	МИКРОКЛИМАТ Температура воздуха, °С						
4.63	Скорость движения воздуха, м/с						
4.64	Влажность воздуха, %						
4.65	Тепловые излучения, Вт/см ²						
4.66	ТНС (тепловая нагрузка среды)						
4.67	ОСВЕЩЕННОСТЬ Естественное освещение, КЕО, %						
4.50	ШУМ (эквивалентный уровень звука, дБА)						
4.51	ВИБРАЦИЯ ЛОКАЛЬНАЯ (эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, дБ)						
4.52	ВИБРАЦИЯ ОБЩАЯ (эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, дБ)						

Общая оценка условий труда на рабочем месте по степени вредности и опасности устанавливается:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия трех и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании двух и более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

2 Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1 Цель работы:

- закрепить знания по теме «Влияние параметров воздушной среды на жизнедеятельность человека»;
- изучить приборы и методики измерения показателей микроклимата производственного помещения;
- получить практические навыки в измерении показателей микроклимата производственного помещения;
- оценить соответствие показателей микроклимата нормированным значениям;
- определить класс условий труда по показателям микроклимата.

2.2 Общие сведения о микроклимате производственных помещений

Одним из необходимых условий, способствующих эффективности трудового процесса и сохранению человеком высокого уровня работоспособности в течение трудового дня, является обеспечение нормативных показателей микроклимата в рабочих помещениях.

Микроклимат производственного помещения – это климат внутренней среды помещения, который определяется действующими на организм человека сочетаниями таких показателей как температура, влажность и скорость движения воздуха, а также температура поверхностей и интенсивность теплового облучения.

В условиях трудовой деятельности между человеком и окружающей средой происходит постоянный теплообмен. Теплообменные функции организма обеспечивают динамику процесса адаптации организма человека к изменяющимся условиям среды. Несмотря на колебания температуры окружающей среды, температура тела человека поддерживается на относительно постоянном уровне (36,5–36,9 °С) за счет терморегуляции организма. Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, образующимся в организме в процессе обмена веществ, и излишками тепла, отдаваемыми в окружающую среду. В состоянии покоя человек отдает за сутки в среднем 2400–2700 ккал тепла, во время работы теплоотдача достигает 5000 ккал. Отдача тепла организмом человека в окружающую среду происходит путем излучения, конвекции и испарения.

Высокая температура окружающей среды (более 30 °С) заставляет организм усиливать теплоотдачу, включать механизм потоотделения. Испарение влаги с поверхности тела влечет за собой потерю организмом солей, витаминов, белковых веществ. В результате у человека повышается утомляемость и снижается работоспособность. В условиях повышенной влажности наступает перегрев организма.

Низкая температура окружающей среды, особенно в сочетании с большой влажностью и подвижностью среды, вызывает переохлаждение организма, что сопровождается снижением защитных функций организма и утомляемостью.

Скорость движения воздушной среды определяет величину отдачи тепла организмом в окружающую среду путем конвекции.

Интенсивность теплового облучения на рабочих местах зависит от наличия производственных источников, нагретых до темного, белого или красного свечения.

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС).

ТНС-индекс учитывает сочетанное действие на организм температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также теплового облучения, и выражается одночисловым показателем в °С. ТНС-индекс рекомендуется использовать при скорости движения воздуха в производственном помещении не превышающей 0,6 м/с, а интенсивности теплового облучения – 1200 Вт/м².

Показатели микроклимата для рабочих мест регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Этот документ (табл. 2.2.1 и 2.2.2) устанавливает гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест с учетом интенсивности энергозатрат и теплового облучения работающих, времени выполнения работы и периода года.

Категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), проводимые сидя и сопровождающиеся незначительными физическими напряжениями (ряд профессий на предприятиях точного приборостроения, машиностроения, на часовом и швейном производствах, в сфере управления и т.п.).

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121–150 ккал/ч (до 140–174 Вт), проводимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, машинист поезда, работа за компьютером и т.п.).

К категории Pa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151–200 ккал/ч (до 175–232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении сидя или стоя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, помощник машиниста, диспетчер и т.п.).

К категории Pb относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч (до 233–290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных, прокатных, кузнечных и металлургических предприятиях, слесари по ремонту подвижного состава и т.п.).

К категории П относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие

больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок, составители поездов, монтеры пути и т.п.).

Холодный период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже.

Теплый период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С.

Таблица 2.2.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96

Период Года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с
		Температура	Температура поверхностей,		
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб(140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa(175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб(233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III(более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб(140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa(175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб(233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III(более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Таблица 2.2.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96

Период Года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с	
		диапазон выше оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
	Iб(140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa(175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,6-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб(233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III(более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	20,0-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2
	Iб(140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
	IIa(175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	IIб(233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5
	III(более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75	0,2	0,5

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно обеспечить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной целесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используют защитные мероприятия: системы кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсацию неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежду и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентацию времени работы (перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы).

2.2 Приборы для измерения показателей микроклимата

Для измерения температуры воздуха в рабочем помещении пользуются обычно ртутными или спиртовыми термометрами, при низких температурах – только спиртовыми. Важные преимущества по сравнению с жидкостными термометрами имеют электрические термометры. Они позволяют производить измерения на расстоянии и обладают высокой чувствительностью. По принципу действия электрические термометры делятся на термометры сопротивления и термоэлектрические. Устройство термометров сопротивления основано на использовании свойств металлов изменять свое электрическое сопротивление в зависимости от температуры. Действие термоэлектрических термометров основано на существовании контактной разности потенциалов между двумя соприкасающимися разнородными металлами.

Если необходимо установить, как изменяется температура в течении рабочей смены (суток или рабочей недели), применяют термограф – прибор, непрерывно регистрирующий изменения температуры воздуха. Приемная часть термографа состоит из биметаллической пластины, компоненты которой имеют различные коэффициенты расширения. Один конец пластины закреплен неподвижно, а другой через систему рычагов соединен с пером, которое соприкасается с бумажной лентой, укрепленной на барабане, вращаемом часовым механизмом. Такой прибор применяют при отсутствии источников теплового излучения.

Для определения влажности воздуха применяют различного рода психрометры и гигрометры.

Аспирационный психрометр Ассмана (рис. 2.3,1) представляет собой два ртутных термометра 1 и 2, резервуары которых с целью защиты от внешнего теплового облучения помещены в двойные латунные трубки с зеркальной наружной поверхностью 3. Эти трубки служат одновременно воздуховодами, через которые вентилятор 4, установленный в верхней части психрометра, просасывает воздух и создает вокруг резервуаров термометров стандартный воздушный поток со скоростью 4 м/с. Пружина заводного механизма взводится ключом.

чом 5. Резервуар правого термометра обернут батистом и перед измерениями смачивается водой. По разности показаний термометров («сухого» и «влажного») определяют относительную влажность воздуха.

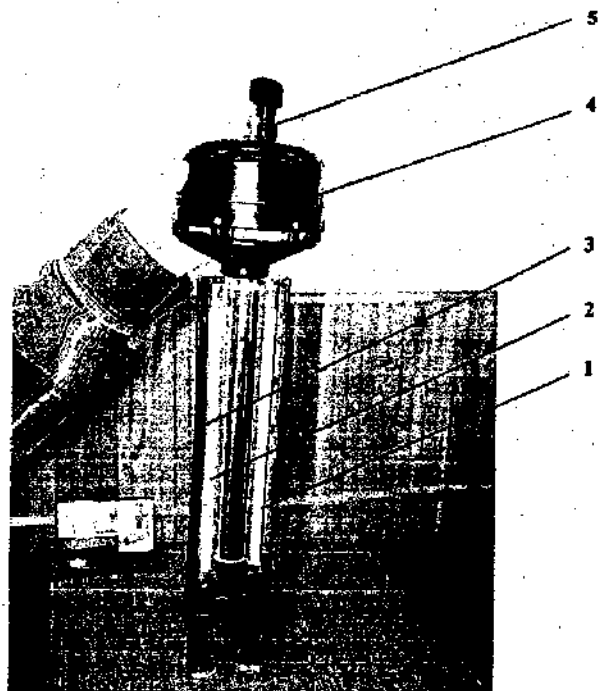


Рисунок 2.3.1 – Психрометр аспирационный

Гигрометр – прибор для непосредственного определения относительной влажности воздуха. Приемной частью прибора является обезжиренный человеческий волос или специальная синтетическая пленка, которые через блок соединены с легкой стрелкой-указателем. При уменьшении относительной влажности приемная часть укорачивается, а при увеличении – удлиняется. Стрелка-указатель в соответствии с этими изменениями перемещается вдоль шкалы, на которой нанесены деления от 0 до 100, указывающие процент относительной влажности. Гигрометр является единственным прибором для определения влажности при отрицательных температурах.

Для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха используется самопишущий прибор – гигрограф. Приемная часть его состоит из пучка обезжиренных человеческих волос или синтетической пленочной мембраны. Изменение размеров пучка или мембраны посредством системы передаточных рычагов передается на перо регистрирующей части прибора. Перо записывает на бумажной ленте, надетой на вращающийся барабан, кривую изменения влажности во времени.

Скорость движения воздуха измеряется анемометрами (чашечными или крыльчатыми) и кататермометрами. Приемной частью для чашечного анемо-

метра (рис. 2.3.2а) служит крестовина с четырьмя полыми металлическими полушариями, а для крыльчатого (рис. 2.3.2б) – многолопастная крыльчатка, выполненная из алюминия. С помощью червячной передачи крестовина или крыльчатка соединена со стрелками, движущимися по циферблату. Разность показаний после опыта и до опыта представляет путь, пройденный потоком воздуха.

Чашечные анемометры измеряют скорость воздуха в пределах от 1 до 18 м/с, а крыльчатые – от 0,5 до 10 м/с.

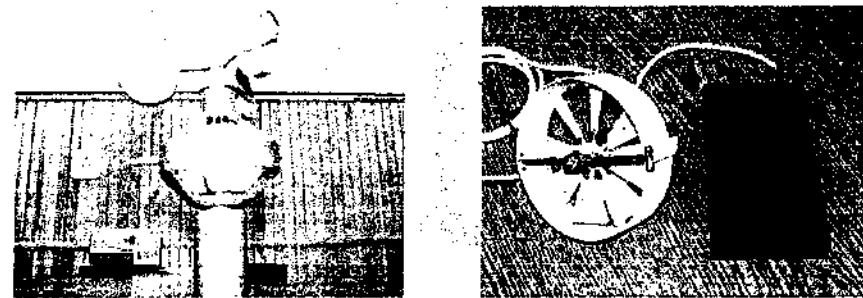


Рисунок 2.3.2 Анемометры: а – чашечный ; б – крыльчатый

Для измерения скорости движения воздуха менее 0,5 м/с применяется кататермометр (рис. 2.3.3), который представляет собой термометр со шкалой и капилляром, расширенным в верхней и нижней его частях. Прибор определяет охлаждающую способность воздушной среды, позволяющую судить об интенсивности теплоотвер с поверхности резервуара прибора при данной температуре и скорости воздуха.

Для определения атмосферного давления применяются барометры (металлические или ртутные). Устройство наиболее распространенного металлического барометра (анероида) основано на использовании упругих деформаций приемника под влиянием изменений давления. Приемное устройство (анероидная коробка) выполнено в виде плоской металлической цилиндрической коробки с гофрированной крышкой и дном. В коробке создано сильное разрежение, но она не сплющивается под действием внешнего давления, так как крышка оттягивается пружиной. При изменениях давления упругие деформации крышки через рычажную передачу в увеличенном масштабе передаются стрелке-указателю, которая перемещается вдоль шкалы, отградуированной в единицах давления.

Для систематического наблюдения за динамикой атмосферного давления используются барографы. Барограф – самопишущий прибор, приемная часть которого состоит из нескольких aneroidных коробок в виде столбика. Схема передаточного и записывающего устройства аналогична термографу.

Измерения показателей микроклимата должны проводиться на рабочих местах в холодный и теплый период года в дни с температурой наружного воздуха,

отличающейся от средней температуры наиболее холодного (жаркого) месяца не более чем на 5 °С. Температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м от пола (при работах, выполняемых сидя), 0,1 и 1,5 м от пола (при работах, выполняемых стоя).



Рис. 2.3.3 Кататермометр

2.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений

2.4.1 Измерить атмосферное давление по барометру.

2.4.2 Определить влажность воздуха с помощью психрометра Ассмана, для чего:

- увлажнить резервуар «влажного» термометра прибора с помощью пипетки с дистиллированной водой;
- завести механизм вентилятора и через три минуты его работы зафиксировать показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра;
- определить абсолютную влажность воздуха по формуле

$$A = F_1 - \alpha(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) \cdot H;$$

- определить относительную влажность воздуха по формуле:

$$R = \frac{A}{F} \cdot 100\%,$$

где F_1 – максимальная влажность при температуре «влажного» термометра, мм. рт. ст. (определяется по таблице 2.4.1);

F – максимальная влажность при температуре «сухого» термометра, мм. рт. ст. (определяется по таблице 2.4.1);

α – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, создаваемого вентилятором психрометра (при скорости, равной 3 м/с, α принимается равным 0,00067);

$t_{\text{сух}}, t_{\text{вл}}$ – показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра, соответственно, °С.

H – барометрическое давление, мм. рт. ст.

Таблица 2.4.1 – Определение максимальной влажности воздуха по температурам влажного и сухого термометра

Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм.рт.ст. F_1	Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм.рт.ст. F_1	Температура воздуха, °С	Максимальная влажность, мм.рт.ст. F_1
+ 1,0	4,926	+ 12,5	10,870	+ 24,0	22,377
+ 1,5	5,107	+ 13,0	11,231	+ 24,5	23,060
+ 2,0	5,294	+ 13,5	11,604	+ 25,0	23,756
+ 2,5	5,486	+ 14,0	11,987	+ 25,5	24,471
+ 3,0	5,685	+ 14,5	12,382	+ 26,0	25,209
+ 3,5	5,889	+ 15,0	12,788	+ 26,5	25,964
+ 4,0	6,101	+ 15,5	13,205	+ 27,0	26,739
+ 4,5	6,318	+ 16,0	13,634	+ 27,5	27,539
+ 5,0	6,543	+ 16,5	14,076	+ 28,0	28,344
+ 5,5	6,775	+ 17,0	14,530	+ 28,5	29,183
+ 6,0	7,103	+ 17,5	14,997	+ 29,0	30,043
+ 6,5	7,259	+ 18,0	15,487	+ 29,5	30,929
+ 7,0	7,513	+ 18,5	15,971	+ 30,0	31,842
+ 7,5	7,775	+ 19,0	16,477	+ 30,5	32,748
+ 8,0	8,045	+ 19,5	16,999	+ 31,0	33,695
+ 8,5	8,323	+ 20,0	17,735	+ 31,5	34,668
+ 9,0	8,609	+ 20,5	18,085	+ 32,0	35,663
+ 9,5	8,905	+ 21,0	18,650	+ 32,5	36,684
+ 10,0	9,209	+ 21,5	19,231	+ 33,0	37,729
+ 10,5	9,521	+ 22,0	19,827	+ 33,5	38,801
+ 11,0	9,844	+ 22,5	20,440	+ 34,0	38,900
+ 11,5	10,176	+ 23,0	21,068	+ 34,5	41,021
+ 12,0	10,518	+ 23,5	21,714	+ 35,0	42,175

Относительную влажность воздуха по показаниям «сухого» и «влажного» термометров можно определить по номограмме (рис. 2.4.1).

Ростовский государственный
университет путей сообщения
БИБЛИОТЕКА

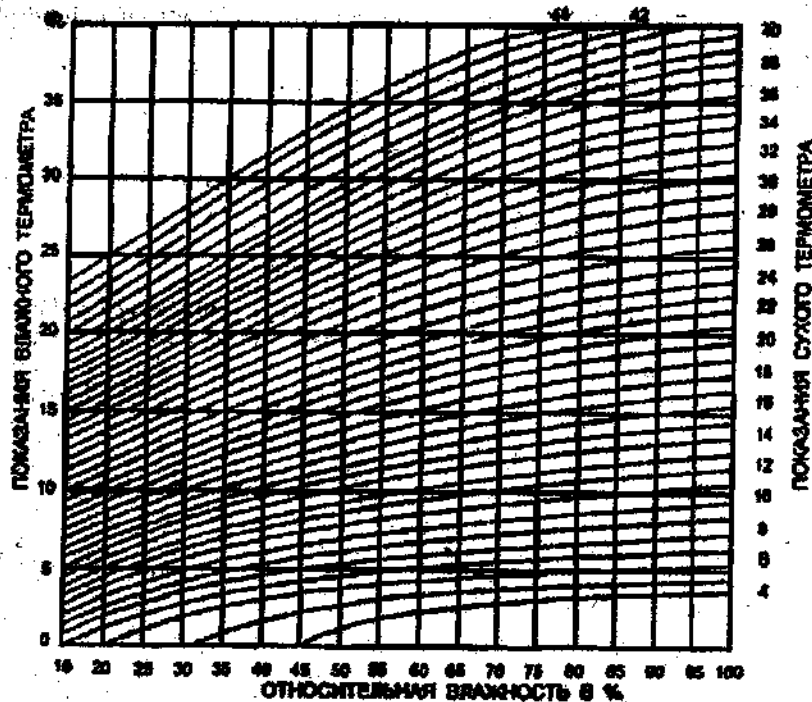


Рис. 2.4.1 Номограмма для определения относительной влажности воздуха по показаниям психрометра, снабженного вентилятором (психрометр Ассмана)

2.4.3 Результаты измерений и расчетов занести в бланк отчета.

2.4.4 Измерить скорость движения воздуха в помещении с помощью крыльчатого анемометра, для чего:

- записать показания по шкалам счетного устройства анемометра;
- включить вентилятор;
- поставить крыльчатку анемометра перпендикулярно воздушному потоку на расстоянии 0,8 – 1,0 м от вентилятора;
- после набора крыльчаткой полного числа оборотов включить счетчик анемометра и секундомер. Продолжительность измерений 30 – 60 с;
- по окончании измерений выключить счетчик и секундомер, записать показания счетчика анемометра;
- определить скорость движения воздуха по формуле:

$$V = \frac{a_2 - a_1}{t}, \text{ дел/с,}$$

где a_1 – показания счетчика до опыта, дел;

a_2 – показания счетчика после опыта, дел;

t – время работы анемометра, с.

Полученное значение скорости откорректировать по графику, учитывающему погрешность прибора (рис. 2.4.2).

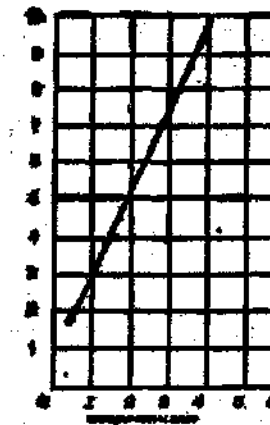


Рис. 2.4.2 Корректировочный график перевода показаний счетчика крыльчатого анемометра

2.4.5 Определить индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс), для чего:

- измерить температуру внутри зачерненного шара;
- рассчитать ТНС-индекс по уравнению:

$$ТНС = 0,7t_{\text{ш}} + 0,3t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{ш}}$ – температура «влажного» термометра психрометра Ассмана, °С;

$t_{\text{в}}$ – температура внутри зачерненного шара, °С.

2.4.6 Результаты измерений и расчетов занести в бланк отчета.

2.4.7 Провести анализ результатов измерений показателей микроклимата:

- сравнить результаты измерений показателей микроклимата с нормативными значениями по табл. 2.2.1 и 2.2.2;
- при превышении показателями допустимых значений оценить условия труда по степени опасности и вредности по табл. 1.2.1 и 1.2.2;
- оформить бланк отчета и протокол (приложения 2.1 и 2.2).

2.5 Контрольные вопросы

- 2.5.1 Как влияют температура, влажность и скорость воздушной среды на самочувствие и работоспособность человека?
- 2.5.2 Какое значение имеет терморегуляция в обеспечении процесса жизнедеятельности организма человека?
- 2.5.3 Какие факторы учитываются при нормировании показателей микроклимата?
- 2.5.4 Какие приборы используются для измерения температуры воздушной среды?
- 2.5.5 Какие приборы используются для определения относительной влажности воздушной среды?
- 2.5.6 Какие приборы используются для измерения скорости движения воздушной среды?
- 2.5.7 Какие условия необходимо соблюдать при измерении температуры, влажности и скорости движения воздушной среды?

2.6 Рекомендуемая литература

- 2.6.1 Охрана труда на железнодорожном транспорте: учебник / под ред. Ю. Г. Сибарова. – М.: Транспорт, 1981.
- 2.6.2 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» / Госкомсанэпиднадзор России. М., 1996.
- 2.6.3 Руководство Р2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» / Минздрав России. – М., 1999.

ФИО студента _____

Группа _____

Лабораторная работа «Исследование микроклимата в производственных помещениях»

Цель работы: _____

Приборы для измерения параметров микроклимата: _____

Результаты измерений температуры и влажности воздуха:

Показания термометра, °С		Относительная влажность, %	
«сухого»	«влажного»	расчетная	по номограмме

Абсолютная влажность воздуха $A = F_1 - \alpha(t_{\text{сух}} - t_{\text{м}}) \cdot H$, мм.рт.ст. F_1 - α - $t_{\text{сух}}$ - $t_{\text{м}}$ - H -Относительная влажность воздуха $R = \frac{A}{F} \cdot 100, \%$ F -

Результаты измерений скорости движения воздуха

Отсчет		Разность показаний	Время измерения, с	Средняя скорость, м/с	Откорректированная скорость, м/с
до измерения	после измерения				

Скорость движения воздуха $V = \frac{a_2 - a_1}{t}$, дм/с a_1 - a_2 - t -ТНС-индекс $TNC = 0,7t_{\text{м}} + 0,3t_{\text{в}}$, °С $t_{\text{м}}$ - $t_{\text{в}}$ -

Анализ результатов измерений:

	Параметры микроклимата			ТНС-индекс, °С
	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
Расчетные				
Оптимальные				
Допустимые				

Вывод: _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Протокол №

санитарно-гигиенической оценки условий труда

1. Наименование и код подразделения организации и рабочего места

2. Наименование организации (ее подразделения), выполнявших измерения

3. Наименование измеряемого производственного фактора

4. Сведения о средствах измерения:

Наименование прибора, инструмента	Дата поверки	Номер свидетельства о поверке

5. Метод проведения измерений с указанием нормативного документа, на основании которого проводилось измерение:

6. Место проведения измерения:

7. Фактическое значение измеряемого параметра

№ п/п	Код фактора	Наименование производственного фактора, следящего измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Дата проведения измерения	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонения	Класс условий труда, степень вредности и опасности

8. Должность, фамилия, инициалы, подпись проводившего замеры

9. Должность, фамилия, инициалы, подпись представителя администрации объекта, на котором проводились испытания

Зав. лабораторией гигиены труда и профилактики заболеваний

3. Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

3.1 Цель работы

- закрепить знания по теме «Производственное освещение»;
- изучить приборы и методику определения показателя естественного освещения производственного помещения;
- получить практические навыки в определении показателя естественного освещения производственного помещения;
- оценить соответствие показателя естественного освещения нормативному значению;
- определить класс условий труда по показателю естественного освещения.

3.2 Общие сведения о естественном освещении

Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья и высокой производительности труда, основанного на работе зрительного анализатора. Фоторецепторы сетчатки глаза фиксируют электромагнитные колебания светового диапазона (0,38 – 0,77 мкм) и вызывают различные ощущения цвета. Солнечный свет включает лучи с различным физиологическим и физическим воздействием, которые сочетаются в различных комбинациях и по богатству не могут сравниться ни с одним из искусственных источников света.

Условия видимости отдельных объектов во многом определяются таким светотехническим показателем как освещенность.

Освещенность представляет собой распределение светового потока F на поверхности S

$$E = \frac{F}{S}$$

Световой поток F измеряется в люменах (лм). Единицей освещенности является люкс (лк) – освещенность поверхности площадью 1 м^2 световым потоком в 1 лм.

Источником естественного освещения является солнце. Естественная освещенность включает в себя освещенности от прямых лучей солнца, от рассеянного (диффузного) света небосвода и от света, отраженного от земли и окружающих предметов. Естественная освещенность зависит от времени года, суток, атмосферных условий, географической широты местности и колеблется в широких пределах (от 600 до 120000 лк).

Свойство глаза приспосабливаться к восприятию света при различных яркостях называют адаптацией. Частая переадаптация ведет к возникновению зрительного утомления. Естественный процесс снижения видимости в период адаптации зрения может стать причиной травмирования человека, теряющего в этот период способность визуального контроля своего положения в опасной зоне.

Производственные помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное. Боковое – естественное освещение через световые проемы в наружных стенах. Может быть односторонним и двухсторонним. Верхнее – естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания. Комбинированное – сочетание бокового и верхнего естественного освещения.

Поскольку естественная освещенность колеблется в достаточно широких пределах, оценку её в какой-либо точке производственного помещения производят по коэффициенту естественной освещенности (КЕО). КЕО представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода E_H :

$$e = \frac{E_{вн}}{E_H} \cdot 100\%$$

Нормирование коэффициента естественной освещенности в помещениях осуществляется СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» (табл. 3.2.1).

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N, \%$$

где N – номер группы административного района по обеспеченности естественным светом;

e_n – табличное значение коэффициента;

m_N – коэффициент светового климата.

В небольших помещениях при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов. При двухстороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

Характерный разрез помещения – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к поверхности остекления световых проемов. В характерный разрез должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Таблица 3.2.1 – Требования к естественному освещению производственных помещений (СНиП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Естественное освещение КЕО, e_n , %	
			при верхнем комбинированном освещении	при боковом освещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	-	-
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	-	-
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	-	-
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	4	1,5
Малой точности	Св. 1 до 5	V	3	1
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	3	1
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 5	VII	3	1
Общее наблюдение за ходом производственного процесса Постоянное		VIII	3	1
Периодическое при постоянном пребывании людей			1	0,3
Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	0,7	0,2

3.3 Приборы для измерения освещенности

Поверхностную плотность светового потока, подающего на освещаемую плоскость – освещенность, измеряют с помощью люксметров типа Ю116 или Ю117. Они представляют собой миллиамперметр и фотоэлемент (рис. 3.3.1). Фотоэлемент состоит из стальной пластины, на которую нанесен светочувствительный слой селена. На поверхность селена напылен тончайший (5 нм) полупрозрачный слой золота или платины. Между этими двумя слоями образуется так называемый «запирающий слой» с односторонней проводимостью. Стальная пластина и полупрозрачный слой являются двумя электродами.

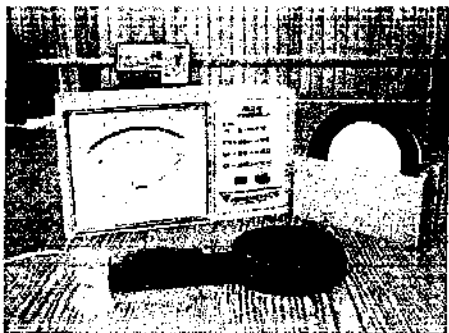


Рис. 3.3.1 Люксметр Ю-116

При освещении фотоэлемента между этими электродами возникает фототок, пропорциональный падающему световому потоку. Величину фототока регистрирует миллиамперметр, проградуированный в люксах (лк).

Принципиальная схема объективного люксметра показана на рис. 3.3.2.

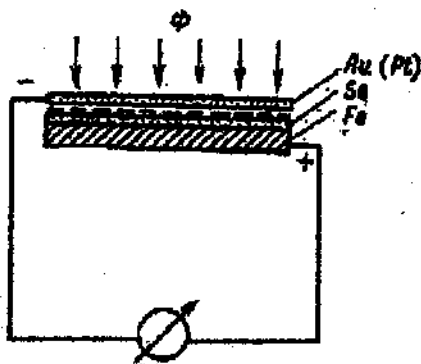


Рис. 3.3.2 Принципиальная схема люксметра с селеновым фотоэлементом

Используемый в лабораторной работе люксметр имеет две шкалы с максимальными значениями 30 и 100 лк. Для увеличения пределов измерения люксметр снабжен светофильтрами с коэффициентами 10, 100 и 1000.

Приборы, используемые для измерений, должны проходить либо государственную поверку, либо метрологическую аттестацию.

Измерения показателя освещенности в производственном помещении должно проводиться на рабочих местах в соответствии с характерным разрезом помещения и по условной рабочей поверхности. При наличии нескольких рабочих поверхностей показатели освещенности измеряются на каждой из них. При наличии протяженных рабочих поверхностей, на каждой из них должно быть выбрано несколько контрольных точек, позволяющих оценить различные условия освещенности. Измерение в каждой точке следует проводить не менее двух раз, полученные результаты необходимо усреднять.

Измерения естественной освещенности могут проводиться только при сплошной равномерной облачности (просветы отсутствуют). Для определения КЕО производится одновременное измерение освещенности внутри помещения

и наружной освещенности на горизонтальной площадке под полностью открытым небосводом (например, на крыше здания или на другом возвышенном месте). Измерения проводятся двумя наблюдателями, оснащенными люксметрами и хронометрами.

При работе с люксметром необходимо соблюдать следующие условия:

- приемную пластину фотоэлемента размещать на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (горизонтальной, вертикальной, наклонной);
- при измерении исключать попадание случайных теней от человека и оборудования, если рабочее место затеняется в процессе работы самим рабочим или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных условиях;
- не допускать установки измерителя на металлические поверхности.

3.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений

3.4.1 Измерить освещенность для выбранных контрольных точек рабочей поверхности помещения. Одновременно измерить наружную освещенность

Внимание! Во избежание вывода из строя прибора первоначальное измерение освещенности производить со светофильтром. Переключатель пределов измерения установить в положение «100 лю».

Измеренная освещенность определяется как произведение показания люксметра на коэффициент светофильтра.

3.4.2 Результаты измерений занести в бланк отчета.

3.4.3 Определить фактические значения КЕО по формуле

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{н}} \cdot 100\%,$$

где $E_{вн}$ – освещенность внутри помещения в точке заданной плоскости, лк;

$E_{н}$ – освещенность снаружи помещения, лк.

3.4.4 Результаты расчетов занести в бланк отчета.

3.4.5 По данным расчета построить график изменения КЕО в контрольных точках.

3.4.6 Определить нормированное значение КЕО для помещения лаборатории по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N, \%$$

где N – номер группы административных районов по обеспеченности естественным светом (принимается по таблице 3.4.1);

e_n – табличное значение КЕО (принимается по таблице 3.2.1 в зависимости от разряда зрительной работы и вида естественного освещения: боковое, верхнее или комбинированное);

m_N – коэффициент светового климата (принимается по таблице 3.4.2 в зависимости от номера группы административных районов, расположения и ориентации световых проемов по сторонам горизонта).

3.4.7 Результаты расчета занести в бланк отчета и нанести на график изменения КЕО в контрольных точках.

3.4.8 Провести анализ результатов определения КЕО:

- сравнить фактическое значение КЕО с нормативным значением (табл. 3.2.1);
- при отклонении КЕО от допустимого значения оценить класс условий труда по таблице 1.3.1;
- оформить бланк отчета и протокол (приложения 3.1 и 3.2).

3.5 Контрольные вопросы

3.5.1 Что такое освещенность?

3.5.2 Каким прибором измеряется освещенность?

3.5.3 Что такое КЕО?

3.5.4 Почему при естественном освещении не нормируется абсолютная величина освещенности на рабочих местах?

3.5.5 Какие факторы учитываются при определении нормированного значения КЕО?

3.5.6 Как определяется фактическое значение КЕО?

3.5.7 Как можно увеличить фактическое значение КЕО в помещении при неизменных габаритах оконных проемов?

3.6 Рекомендуемая литература

3.6.1 Охрана труда на железнодорожном транспорте: учебник / под ред. Ю.Г. Сибарова. –М.; Транспорт, 1981.

3.6.2 СНиП 23-05-95, Естественное и искусственное освещение. –М.: Стройиздат, 1996.

3.6.3 Методические указания МУ ОТ РМ 01-98/МУ 2. 2.4.706-98. Оценка освещения рабочих мест. –М., 1998.

Таблица 3.4.1 – Группы административных районов по ресурсам светового климата (СНиП 23-05-95)

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области; Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Чукотский нац. округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.)
2	Брянская, Курганская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области; Республика Коми, Кабардино-Балкарская республика, Северо-Осетинская Республика, Чеченская, Ингушская республики, Ханты-Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская область

Окончание таблицы 3.4.1

3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

Таблица 3.4.2 – Коэффициенты светового климата (СНиП 23-05-95)

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, <i>m</i>				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З,В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,7
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В фонарях типа «Шед»	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Примечание: С – северное; СВ – северо-восточное; СЗ – северо-западное; В – восточное; З – западное; С-Ю – север-юг; В-З – восток-запад; Ю – южное; ЮВ – Юго-восточное; ЮЗ – юго-западное.

Лабораторная работа

«Исследование естественного освещения производственных помещений»

Цель работы

Приборы для измерения освещенности

Эскиз помещения (вид сбоку и сверху)

Расчет фактических значений К.Е.О.

$$e = \frac{E_{фак}}{E_n} \cdot 100\%$$

где $E_{фак}$ – E_n –

Расчет нормированного значения К.Е.О.

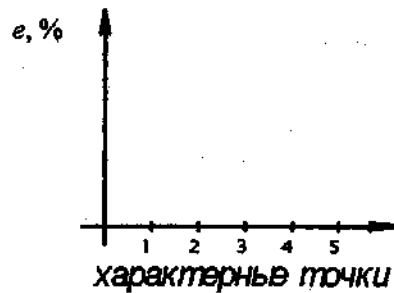
$$e_n = e_n \cdot m_n$$

где N – e_n – e_n – m_n –

Результаты измерения и расчетов

№№ точек	$E_{фак}$	E_n	e	e_n
1				
2				
3				
4				
5				

Вывод



Дата

Подпись преподавателя

ПРОТОКОЛ №
Оценки условий освещения

1. Наименование и код подразделения организации и рабочего места
2. Наименование организации (ее подразделения), выполнявших измерения
3. Наименование измеряемого производственного фактора
4. Сведения о средствах измерения
5. Метод проведения измерений с указанием нормативного документа, на основании которого проводилось измерение

6. Разряды и подразряды зрительных работ

Помещение, оборудование, операция				
Разряд и подразряд зрительных работ				

7. Результаты обследования

№ п/п	Код фактора	Наименование производственного фактора, единица измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Дата проведения измерения	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонения (оценка)	Класс условий труда, степень вредности	Продолжительность воздействия, % раб.вр.
	4.67	Оценка естественного освещения КЕО, %: отдельные зоны						

8. Заключение

9. Должность, фамилия, инициалы, подпись проводившего замеры

10. Должность, фамилия, инициалы, подпись представителя администрации объекта, на котором проводились измерения

11. Зав. лабораторией промосвещения

4. Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

4.1 Цель работы

- закрепить знания по теме «Производственный шум и вибрация»;
- изучить приборы и методики измерения показателей производственного шума;
- получить практические навыки в измерении показателей производственного шума;
- оценить соответствие показателей производственного шума нормированным значениям и эффективность звукоизоляции источника шума;
- определить класс условий труда по показателям производственного шума.

4.2 Общие сведения о шуме

Шумом считаются любые нежелательные звуки, мешающие работе или отдыху, оказывающие на человека вредное или опасное воздействие.

Вредное воздействие шума отражается на деятельности центральной и вегетативной нервных систем человека, что приводит к нарушениям жизненно важных функций организма, управляемых этими системами: мышления, кровообращения, дыхания, обмена веществ и др.

Шум до 30 дБ вызывает слабые психологические реакции, 55 дБ – оптимальный уровень функционирования слухового анализатора, 60 дБ – оказывает заметное влияние на работоспособность, более 65 дБ – вызывает вегетативные изменения в организме, 110-120 дБ – яркие болевые реакции, 150-160 дБ – катастрофические последствия (шок, судороги, паралич).

При длительном воздействии шума появляются головные боли, головокружение, беспричинная раздражительность, неустойчивое эмоциональное состояние, быстрое утомление, снижается производительность труда, ослабляется память и внимание, увеличивается количество счетных ошибок, нарушается координация движений, изменяются ритм дыхания и кровяное давление, нарушаются секреторная и моторная функция желудка, снижается кислотность желудочного сока, нарушаются процессы цветочувствования.

Нарушение координации движений, ослабление внимания и ослабления восприятия красного цвета могут стать причиной аварий и несчастных случаев.

Шум высоких энергий, воздействуя на орган слуха, вызывает тугоухость и глухоту, которые являются профессиональными заболеваниями некоторых категорий работников.

Вредное действие шума зависит от субъективных особенностей его восприятия, например, высокочастотные шумы нас раздражают больше, чем другие. Поэтому шум рассматривается не только как физическое явление, оцениваемое физическими (объективными) характеристиками: частотой, звуковым давлением, уровнем звукового давления и др., но и как физиологическое явление – специфические ощущения, возникающие в органе слуха, оцениваемые

физиологическими (субъективными) характеристиками: уровнем громкости и громкостью. Физиологические характеристики используются для субъективной оценки шума и эффективности шумозащитных мероприятий.

4.2.1 Физические характеристики шума

Частота f Гц. Ухо человека воспринимает звуки как механические колебания упругой среды частотой от 16 до 20000 Гц. Восприятие звукового диапазона зависит от частоты: звуки высоких частот нам кажутся более громкими и более неприятными. Поэтому при оценке вредного действия необходимо иметь представление о частотном составе шума, который определяется с помощью анализаторов шума, представляющих собой систему фильтров, отстроенных на определенные среднегеометрические октавные частоты.

Спектр шума – совокупность уровней звукового давления в октавных полосах частот – является комплексной характеристикой шума.

Октава – интервал между двумя частотами, логарифм отношения которых при основании два равен единице, т. е. это диапазон частот, в котором конечная частота в два раза больше начальной. Звуковой диапазон составляет 9 октав. Среднегеометрическая частота октавного диапазона определяется по формуле:

$$f_{cp} = \sqrt{f_1 * f_2}, \text{ Гц}$$

где f_{cp} – среднегеометрическая частота октавного диапазона, Гц;

f_1 – начальная частота октавного диапазона, Гц;

f_2 – конечная частота октавного диапазона, Гц.

Октавные диапазоны и среднегеометрические октавные частоты представлены в табл. 4.2.1

Таблица 4.2.1 Октавные диапазоны и среднегеометрические октавные частоты

Октава	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диапазон частот, Гц	22,5-45	45-90	90-180	180-355	355-710	710-1400	1400-2800	2800-5600	5600-11200
Среднегеометрическая, октавная частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Звуковое давление, P , Па – переменная составляющая давления воздуха или газа, возникающая в результате звуковых колебаний. Диапазон восприятия звуковых давлений человеческим ухом очень широк: для звука частотой 1000 Гц от $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па (порог слышимости) до $P_0 = 2 \times 10^2$ Па (болевой порог). Пользоваться такими цифрами неудобно, к тому же ухо человека способно оценивать не абсолютное, а относительное изменение звукового давления. Поэтому для практических целей введено понятие уровня звукового давления, измеряемого в децибелах.

Уровень звукового давления β , дБ – величина, определяемая по формуле:

$$\beta = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где P – звуковое давление, создаваемое источником шума, Па;

$P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па – звуковое давление на пороге слышимости звука частотой 1000 Гц – условное стандартное значение.

Уровни звукового давления непосредственно в децибелах измеряются специальными приборами-шумомерами, которые в совокупности с анализаторами позволяют получить спектр шума.

Уровень звука, β , дБА – уровень звукового давления, измеренный на шкале «А» шумомера, чувствительность которой близка к чувствительности уха человека. Используется эта характеристика для ориентировочной оценки шума, например, при аттестации рабочих мест по условиям труда.

4.2.2 Физиологические характеристики

Ухо человека неодинаково чувствительно к звукам различной частоты, поэтому субъективные ощущения, возникающие в органе слуха, не соответствуют объективным характеристикам шума, определяемым с помощью приборов. Звуки одинаковых уровней звукового давления, но различных частот, воспринимаются как разные по громкости. Высокочастотные звуки воспринимаются как более громкие.

Для сравнения неприятного воздействия звуков разных уровней звукового давления и различных частот введена характеристика – уровень громкости.

Уровень громкости, L , фон – условная характеристика. Фон – единица сравнения, равная децибелу на частоте 1000 Гц. На других частотах этого равенства нет. Переход от децибелов к фонам осуществляется по кривым равной громкости, построенным на основе экспериментального сравнения громкости звуков различных частот с эталонной частотой 1000 Гц (рис. 4.2.1).

Все звуки различных уровней звукового давления и частот, лежащие на одной кривой равной громкости, имеют одинаковый уровень громкости, соответствующий номеру кривой, и являются равногромкими.

Уровни громкости в фонах не выражают непосредственную величину субъективного ощущения громкости человеком, т. е. изменение уровня громкости в 2 или 3 раза не означает, что во столько же раз изменилось субъективное восприятие громкости.

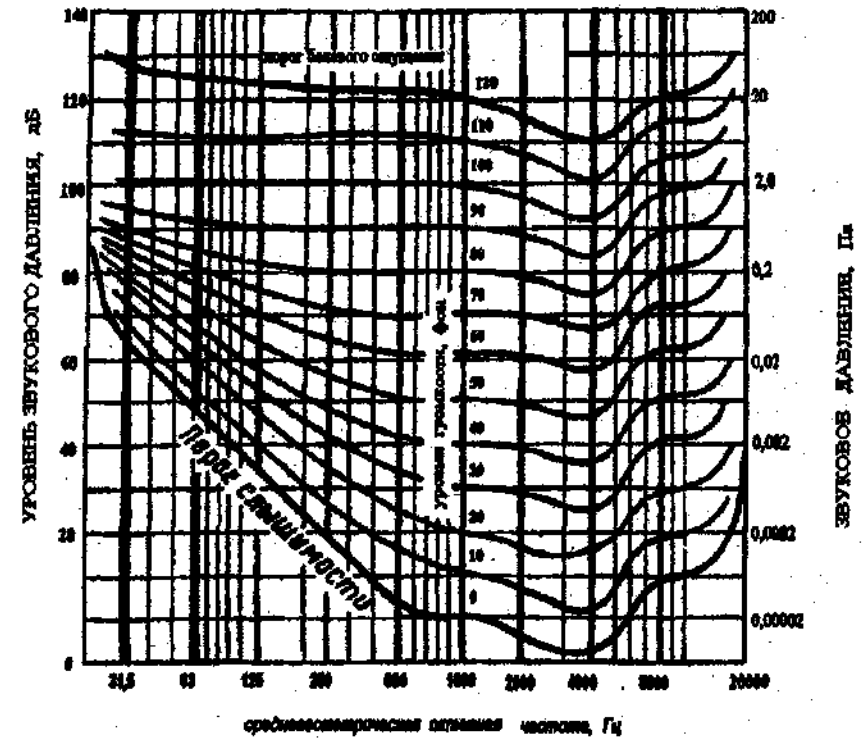


Рисунок 4.2.1 Кривые равной громкости звуков

Громкость, S , сон – условная характеристика, позволяющая дать субъективную количественную оценку различным источникам шума. Один сон принят равным сорока фонам. Зависимость между уровнем громкости и громкостью (рис. 4.2.2) определяется формулой:

$$S = 2^{(L-40)/10}$$

где S – громкость, сон;

L – уровень громкости, фон.



Рисунок 4.2.2 Зависимость между уровнем громкости и громкостью звука

Шкала сонов введена для оценки субъективного восприятия громкости звука. В ней громкости разделены на субъективно равные ступени, называемые соннами. Эта шкала служит для того, чтобы дать числовое выражение громкости звуков, пропорциональное субъективной оценке наблюдателя с нормальным слухом. Изменения громкости в два раза соответствует интервалу в 10 фон: 40 фон

равны 1 сону (международный стандарт), 50 фон – 2 сонам, 60 фон – 4 сонам, то есть при увеличении уровня громкости на 10 фон звук ощущается органом слуха как в два раза более громкий.

Наличие шкалы громкости позволяет определить, во сколько раз один источник шума громче другого, во сколько раз уменьшился шум после проведения мероприятий по шумоглушению и т. п. Для этого необходимо подсчитать сумму сонов двух сравниваемых спектров шума, частное от деления будет искомым величиной.

Вредное действие шума на организм человека зависит от уровня звукового давления, частотного состава и характера шума. Важнейшим фактором при оценке вредного действия является субъективное восприятие шума в зависимости от вида трудовой деятельности.

Действующие в настоящее время санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» учитывают специфические особенности восприятия шума человеком. Нормируемыми параметрами постоянного шума являются предельно допустимые уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и уровни звука в дБА (табл. 4.2.2).

Средства коллективной защиты от шума представлены на рис. 4.2.3.



Рисунок 4.2.3 Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

Таблица 4.2.2 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Научная деятельность, конструирование, проектирование, программирование, преподавание и обучение. Рабочие места в помещениях конструкторских бюро, расчетчиков, программистов ЭВМ, лабораторий для теоретических работ и обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Рабочие места в помещениях управления, рабочих комнатах мастерских помещений, в лабораториях.	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
3. Работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях наблюдения и дистанционного управления в залах обработки информации на вычислительных машинах.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Работа, требующая сосредоточенности, с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными процессами. Рабочие места за пультами в кабинках наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием.	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

4.3 Приборы для измерения показателей производственного шума

Измерительный комплект фирмы RFT состоит из точного импульсного шумомера PSJ 202 и октавного фильтра OF 101 и микрофона с капсулем и предусилителем (рис. 4.3.1)

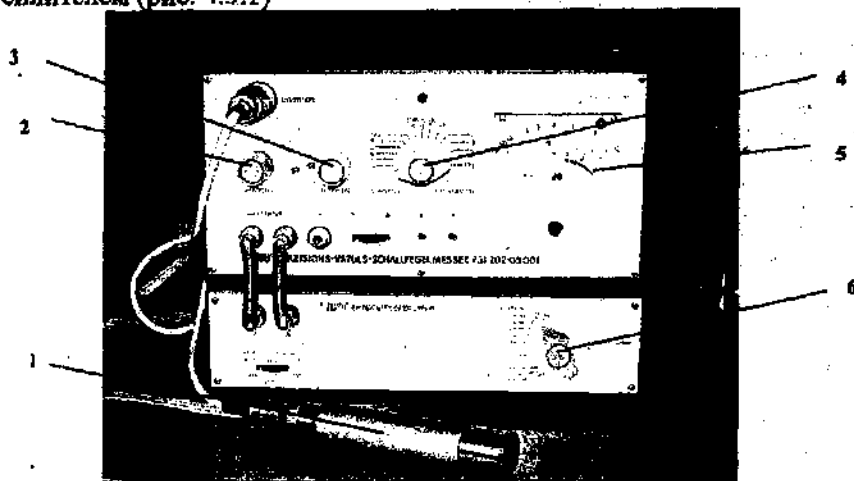


Рисунок 4.3.1 Измерительный комплект фирмы RFT

Комплект предназначен для измерения обычного частотно-приведенного уровня звука и импульсного уровня звука. Фильтр OF 101 позволяет проведение частотного анализа.

На лицевой стороне панели шумомера выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

- переключатель «Bereich 1» (диапазон 1) – 2;
- переключатель «Bereich 2» (диапазон 2) – 3;
- переключатель «Bereich sart» (род режима) – 4;
- указатель рода режима;
- указательный прибор – 5;
- указатель перемодулировки

На лицевой панели фильтра выведен переключатель октавных диапазонов 6 со среднегеометрическими стандартными частотами 31, 5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Приёмным устройством комплекта является микрофон 1, который воспринимает звуковое давление источника шума и преобразует его в электрические импульсы.

Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 предназначен для измерения уровня звука с частотными характеристиками А, В, С, уровня звукового давления в диапазоне частот от 2 Гц до 18 кГц и октавных полосах в диапазоне от 2 Гц до 8 кГц. (рис. 4.3.2)

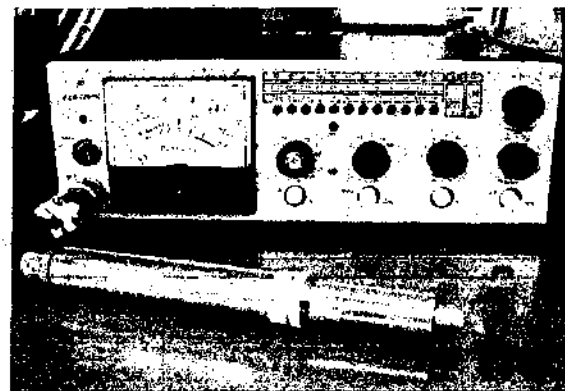


Рисунок 4.3.2 ВШВ-003-М2

В ВШВ-003-М2 используются принцип преобразования звуковых колебаний в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным). В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические сигналы используется капсуль М 101. При измерении уровня звукового давления используются предусилитель ВПМ-101, эквивалент капсуля, капсуль, прибор измерительный. На лицевой панели прибора измерительного выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

- переключатель РОД РАБОТЫ с положениями:
 - “ 0 ” – для включения измерителя;
 - “ ---| ” – для контроля состояния батарей;
 - “ > ” – для включения измерителя в режим калибровки;
- “F,S,10S” – для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени F(быстро), S(медленно), 10S(10 с);
- показывающий прибор – для отсчета измеряемой величины и контроля напряжения питания;
- переключатели ДЛГ1,dB, ДЛГ2,dB и единичные индикаторы 20, 30, 130 dB, предназначенные для выбора предела измерения уровня звукового давления;
- индикатор ПРГ – для индикации перегрузки измерительного тракта;
- переключатель ФЛГ, Hz с положениями:
 - “ЛИН” – для включения ФНЧ 20 кГц, ограничивающего частотный диапазон при измерении уровня звукового давления по характеристике ЛИН;
 - “А, В, С” – для включения корректирующих фильтров А, В, С;
 - “ОКТ” – для включения измерителя в режим частотного анализа в октавных полосах;
- кнопка СД, ДИФ – для измерений в режиме свободного диффузного поля.

При измерении уровней звука (звукового давления) необходимо, чтобы предусилитель ВПМ-101 с капсулем находился не ближе 1,5 м от поля и 1 м от источника звука и стен. Для точных измерений предусилитель с капсулем необходимо закрепить стационарно с помощью штатива.

При измерении уровня звука (звукового давления) в малых производственных помещениях с большим количеством отражающих поверхностей (диффузное поле) на ВШВ-003-2М кнопка СД, ДИФ должна быть нажата.

При измерении уровня звука (звукового давления) в условиях ветра при скорости от 1 м/с и больше следует использовать экран, который надевается на капсулю.

Перед началом измерений необходимо производить калибровку измерителя в соответствии с паспортом прибора.

4.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерений

4.4.1 Произвести измерение уровней звуковых давлений в октавных полосах частот и уровень звука, создаваемых источником шума при открытом звукоизолирующем кожухе:

Комплектом фирмы RFT

- измерительный комплект включить в электрическую сеть напряжением 220 В;
- микрофон 1 расположить в точке измерения шума, направив его в сторону источника шума;
- переключатель 4 "Betrich sart" (род режима) устанавливается в положение «Langsam (S) - ext. Filter»;
- переключатель диапазонов фильтра 6 установить в положение 31,5 Гц. Переключатель 3 "Bereich 2" повернуть до левого упора. Переключатель 2 "Bereich 1" повернуть вправо настолько, чтобы на стрелочном индикаторе установилось отклонение от 0 до 10 дБ. Когда этого достичь невозможно, необходимо расширить диапазон с помощью переключателя "Bereich 2". При этом переключатель "Bereich 1" остается на позиции до правого упора.

Результат измерения представляет сумму цены диапазона, указанной в окошечке между переключателями, и показаний стрелочного индикатора.

Внимание! Всегда, исходя из правого упора, вначале поворачивать переключатель "Bereich 1", а затем "Bereich 2".

Последовательным переводом переключателя 6 в положение 63, 125, 250 Гц и т.д. измерить уровни звукового давления во всех октавных полосах частот.

Переключатель 4 "Betrich sart" (род режима) устанавливается в положение «Langsam (S) - A» и определяется уровень звука в дБА.

Измерителем шума и вибрации ВШВ - 003 - М2

- прибор включить в электрическую сеть напряжением 220 В;
- микрофон расположить в точке измерения шума, направив его в сторону источника шума;
- установить переключатели измерителя в положения:

РОД РАБОТЫ-F;

ДЛТ1, дВ-80;

ДЛТ2, дВ-50;

ФЛТ-ЛИН;

Все кнопки отжаты. При этом светится индикатор 130 дВ.

Произвести измерение уровня звукового давления, при этом предусилитель ВПМ-101 с капсулем следует держать на вытянутой руке в направлении излучателя звука.

Если при измерении стрелка находится в начале шкалы, то следует ввести её в сектор 6-10 шкалы децибел сначала переключателем ДЛТ 1, дВ, (если периодически загорается индикатор ПРГ, то следует переключить переключатель ДЛТ 1, дВ на более высокий уровень - влево, пока не погаснет индикатор ПРГ, затем ДЛТ 2, дВ.

При измерениях низкочастотных составляющих могут возникнуть колебания стрелки измерителя. В этом случае нужно перевести переключатель РОД РАБОТЫ из положения F в положение S.

Для определения результата измерения следует сложить показание, соответствующее светящемуся индикатору, и показание по шкале децибел.

Измерение уровней звука в октавных полосах частот проводится при положении переключателя ФЛТ-ОКТ.

Необходимый октавный фильтр включается переключателем ФЛТ-ОКТ и кнопкой кНz(отжата), Нz(нажата).

4.4.2 Повторить те же измерения при закрытом звукоизолирующем кожухе.

4.4.3 Результаты измерений занести в бланк отчёта.

4.4.4 По СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (таблица 4.2.2) определить предельно допустимые уровни шума для принятого вида трудовой деятельности и занести их значения в бланк отчета.

4.4.5 По результатам измерений построить спектры шума и сделать заключение о соответствии шума до и после звукоизоляции требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562-96. При превышении параметрами допустимых значений определить условия труда по таблице 1.4.1.

4.4.6 Оформить протокол (Приложение 4.2).

4.4.7 Оценить эффективность звукоизоляции:

- результаты измерений уровней звукового давления до и после звукоизоляции занести в таблицу бланка отчёта;
- по кривым равной громкости (см. рис. 4.2.1) осуществить переход от децибелов к фонам;
- по номограмме (см. рис. 4.2.2) перевести фоны в соны;
- подсчитать сумму сонов источника до звукоизоляции и после неё;
- определить, во сколько раз снизился шум по субъективному ощущению после звукоизоляции источника кожухом;
- сделать вывод об эффективности звукоизолирующего кожуха.

4.4.8 Оформить бланк отчета (приложение 4.1).

4.5 Контрольные вопросы

4.5.1 Какое вредное воздействие оказывает шум на организм человека?

4.5.2 Какие характеристики шума относятся к физическим?

4.5.3 Какие физиологические характеристики шума используются при оценке эффективности мер по борьбе с шумом?

4.5.4 Какие приборы используются для измерения уровней звукового давления?

4.5.5 Какими мерами можно снизить шум в производственном помещении?

4.6 Рекомендуемая литература

4.6.1 Бобин Е.В. Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте/Е.В. Бобин. – М.: Транспорт, 1973.

4.6.2 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»/ Информационно-издательский центр Минздрава России. – М., 1997.

ФИО студента _____

Группа _____

Лабораторная работа «Исследование производственного шума»

Цель работы: _____

Приборы _____

Результаты исследования уровня звукового давления и уровня звука:

Спектр шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, дБА	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
до звукоизоляции										
после звукоизоляции										
по СН 2.2.4/2.1.8.962-96										



Вывод: _____

Субъективная оценка шума

Частота, Гц	шум на рабочем месте					
	до звукоизоляции источника			после звукоизоляции источника		
	дБ	фон	сон	дБ	фон	сон
31,5						
63						
125						
250						
500						
1000						
2500						
4000						
8000						
			Σ			Σ

Вывод: _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ПРОТОКОЛ №
Шум (эквивалентный уровень звука)

1. Наименование и код подразделения организации и рабочего места.

2. Дата проведения измерения _____

3. Наименование организации (её подразделения), выполнявшей измерения _____

4. Наименование измеряемого производственного фактора _____

5. Сведения о средствах измерения _____

6. Метод проведения измерений с указанием нормативных документов, на основании которых проводились измерения _____

7. Место(а) проведения измерений

Место проведения измерения	Измеренная величина уровня звука, дБА	Время воздействия, %

8. Фактическое значение измеряемого фактора

Фактор	Код фактора	Нормативное значение	Фактическое значение	Величина отклонения	Класс условий труда
Шум, дБА Эквивалентный уровень звука, дБА					

9. Должность, фамилия, инициалы, подпись проводившего измерения: _____

10. Должность, фамилия, инициалы, подпись представителя администрации объекта, на котором проводились измерения _____

зав. лабораторией
промышленной акустики _____

5. Лабораторная работа
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ

5.1 Цель работы:

- закрепить знания по теме «Производственный шум и вибрация»;
- изучить приборы и методику измерения вибрации;
- получить практические навыки в измерении вибрации;
- оценить соответствие показателей вибрации нормативным значениям;
- определить класс условий труда по показателям вибрации.

5.2 Общие сведения о вибрации

Вибрация (механические колебания материальных тел) возникает при работе различных машин, механизмов, подвижного состава, механизированного инструмента вследствие динамической неуравновешенности частей машин и агрегатов. В некоторых случаях, например, для уплотнения бетона, испытания электроаппаратуры, вибрация используется в технических целях.

Обслуживая вибрирующие агрегаты, человек может воспринимать вибрацию руками или всем организмом в целом. Вибрация, воспринимаемая руками человека, условно названа местной или локальной. Вибрация, воспринимаемая всем организмом названа общей. Последняя оказывает на организм наибольшее влияние. Человек воспринимает вибрации в широком диапазоне: от долей герца до 5...8 кГц. Наиболее вредными оказываются вибрации, частота которых совпадает с собственными частотами колебаний органов и частей тела человека (резонансные явления).

Характер воздействия вибрации на человека может быть оценен шестью зонами (рис. 5.2.1). С увеличением частоты вибрации чувствительность человека к ней возрастает.

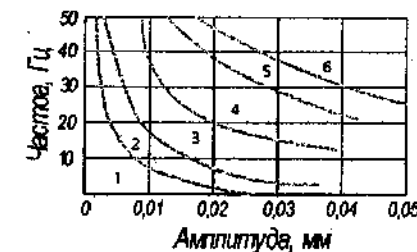


Рисунок 5.2.1 Чувствительность человека к вибрации:

- 1 – вибрация не ощущается; 2 – ощущается слабо; 3 – ощущается отчетливо;
4 – неприятна; 5 – сильно беспокоит; 6 – причиняет боль

Вибрация, воздействуя на организм человека, может вызвать серьезные изменения в деятельности центральной и вегетативной нервных систем и жизненно важных функций, управляемых этими системами.

При длительном воздействии местной вибрации возникают спазмы кровеносных сосудов, нарушается кровообращение в руках, наблюдается быстрое утомление пальцев рук, снижается кожная чувствительность, происходит отложение солей в суставах пальцев, деформируются суставы и уменьшается их подвижность, возникают очень сильные боли. Такие патологические изменения получили название **вибрационной болезни**. Длительное воздействие общей вибрации вызывает нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, заболевание печени, чрезмерную раздражительность, бессонницу, резкое похуждение.

Тяжесть заболевания в большей степени зависит от продолжительности воздействия и параметров вибрации.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются частота колебаний f , Гц; амплитуда смещения A , мм; виброскорость V , м/с; уровень виброскорости L_v , дБ.

Частота колебаний f , Гц – частота колебаний в одну секунду.

Октавные диапазоны вибрации и среднегеометрические октавные частоты представлены в таблице 5.2.1.

Таблица 5.2.1

Октава	1	2	3	4	5	6	7
Диапазон частот, Гц	1,0-1,4	1,4-2,8	2,8-5,6	5,6-11,2	11,2-22,4	22,4-45	45-90
Среднегеометрическая октавная частота, Гц	1	2	4	8	16	31,5	63

Амплитуда A , мм – максимальное смещение от средней линии гармонического колебательно движения.

Виброскорость V , м/с – первая производная по амплитуде

$$V = \omega \cdot A \cdot 10^{-3} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot A \cdot 10^{-3}, \quad (5.2.1)$$

где ω – круговая частота, с^{-1} .

По аналогии с шумом величина колебательной скорости может быть оценена в децибелах:

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБ}, \quad (5.2.2)$$

где $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – пороговое значение виброскорости.

Нормирование вибрации осуществляется СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» (см. табл. 5.2.2). Нормирование показателей вибрации производится с учетом разновидностей общей вибрации: транспортной, транспортно-технологической и технологической.

Таблица 5.2.2 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест (СН 2.2.4/2.1.8.566-96)

Категории вибрации	Направле- ние при действии вибрации	Предельные значения V виброскорость, 10^{-2} , м/с ; L_v уровень виброскорости, дБ						
		Среднегеометрические частоты (интервал частот), Гц						
		1 (0,7...1,4)	2 (1,4...2,8)	4 (2,8...5,6)	8 (5,6...11,2)	16 (11,2...22,4)	31,5 (22,4...45)	63 (45...90)
Транспортная	Вертикаль- ное	20/132	7,1/123	2,5/114	1,3/108	1,1/107	1,1/107	1,1/107
	Горизон- тальное	6,3/122	3,5/117	3,2/116	3,2/116	3,2/116	3,2/116	3,2/116
Транспортно- технологиче- ская	Любое	-	3,5/117	1,3/108	0,63/102	0,56/101	0,56/101	0,56/101
Технологиче- ская	Любое	-	1,3/108	0,45/99	0,22/98	0,2/92	0,2/92	0,2/92

Транспортная вибрация воздействует на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве).

Транспортно-технологическая вибрация воздействует на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

Технологическая вибрация воздействует на человека на рабочих местах стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Нормируются показатели вибрации для жилых помещений и общественных зданий в зависимости от внешних и внутренних источников.

Классификация методов и средств защиты от вибрации представлена на рис. 5.2.2.



Рисунок – 5.2.2 Классификация методов и средств защиты от вибрации

5.3 Приборы для измерения показателей вибрации

Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 предназначен для измерения средних квадратических значений виброускорения и виброскорости (рис. 5.3.1).

В ВШВ-003-М2 используется принцип преобразования механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным). В качестве преобразователей механических колебаний в электрические сигналы используются вибропреобразователи (пьезоэлектрические датчики).

При измерении вибрации используются: предусилитель ВПМ-101, эквивалент вибропреобразователя, вибропреобразователь, прибор измерительный. На лицевой панели прибора измерительного выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

- переключатель РОД РАБОТЫ с положениями
 - «О» - для включения измерителя;
 - « --- » - для контроля состояния батарей;
 - « \triangle » - для включения измерителя в режим калибровки;
 - «F, S, 10S» - для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени F (быстро), S (медленно), 10S (10с);
- показывающий прибор - для отсчета измеряемой величины и контроля напряжения питания;
- переключатели ДУТ1, dB, ДУТ2, dB, и единичные индикаторы, предназначенные для выбора предела измерения;
- индикатор ПРГ - для индикации перегрузки системы измерительного тракта;
- кнопка dV - для включения измерителя в режим измерения виброскорости;
- переключатель ФЛТ, Hz с положениями:
 - 1;10 - для включения фильтров верхних частот (ФВЧ) 1;10 Гц, ограничивающих частотный диапазон при измерении виброускорения и виброскорости;
 - ОКТ - для включения измерителя в режим частотного анализа в октавных полосах;
- переключатель ФЛТ ОКТ с кнопкой kHz, Hz - для включения одного из 14 октавных фильтров со среднегеометрическими частотами 1 Гц...8 кГц;
- кнопка 10 kHz, 4 kHz - для включения ФНЧ 10 кГц или 4 кГц, ограничивающих частотный диапазон при измерении виброускорения, виброскорости.

Исследование вибрации можно производить с помощью ручного вибрографа ВР-1 (рис 5.3.2), схематическое изображение которого представлено на рис. 5.3.3. Виброграф состоит из передающего рычажного и лентопротяжного механизмов. Запись виброграммы производится при соприкосновении наконечника 1 с вибрирующей поверхностью 7 объекта исследования. Передающий механизм, состоящий из штока 2 и рычага 4, приводит в движение записывающее перо 5, которое осуществляет запись колебаний на ленте 6. Прибор позво-

ляет проводить исследования колебаний с частотой от 5 до 100 Гц и амплитудами от 0,05 до 6 мм. Частота колебаний определяется при помощи отметчика времени, дающего отметки на ленте через $1 \pm 0,1$ с. Запись колебаний с размахами 0,05-1,5 мм виброграф производит с шестикратным увеличением. Размахи от 1,5 до 6 мм записываются на восковой ленте в натуральную величину.

При проведении измерений с ВШВ-003-2М вибропреобразователь (пьезоэлектрический датчик) устанавливается на объект исследования с помощью стальной или изоляционной шпильки, пчелиного воска, щупа. При работе со щупом необходимо ввернуть щуп в основание вибропреобразователя до упора, свернуть кабель петлей, прижать его пальцем к корпусу датчика (щупу) и установить острие щупа перпендикулярно к вибрирующей поверхности, как показано на рис 5.3.4. При измерении необходимо следить, чтобы острие щупа имело надежный контакт с вибрирующей поверхностью и угол наклона щупа не уходил более чем на 10° .

При замерах вибрографом ВР-1 прибор держат в руках и наконечником соприкасаются с поверхностью исследуемого объекта с силой нажатия, при которой записывающее перо находится посередине ленты.

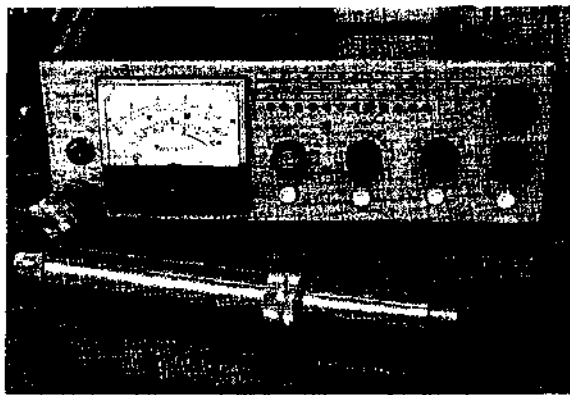


Рисунок 5.3.1 – ВШВ-003-М2

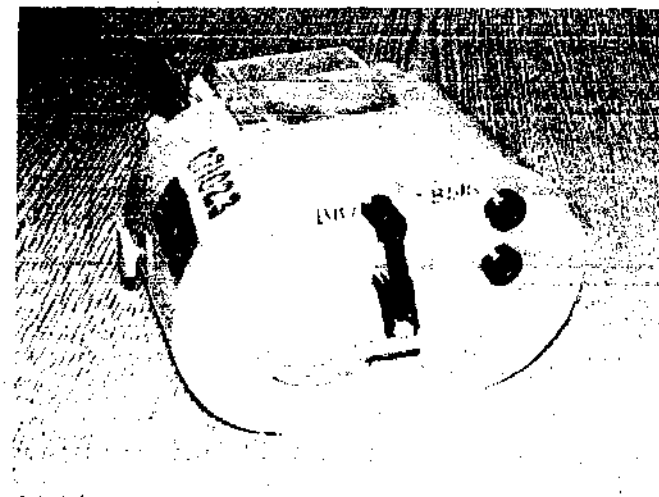


Рисунок 5.3.2 Виброграф ВР-1

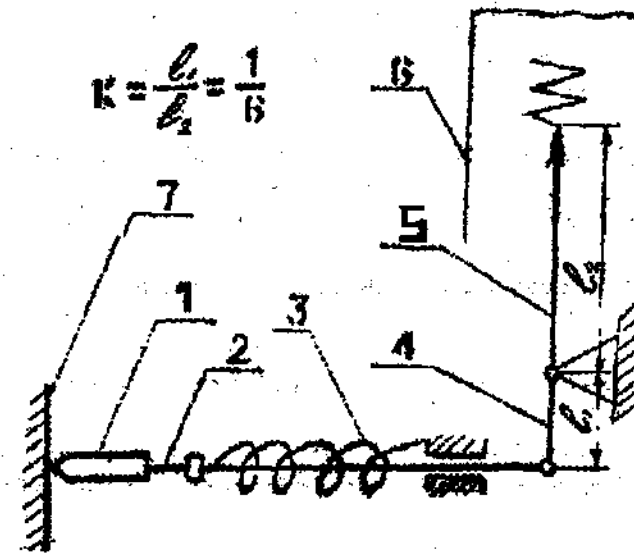


Рисунок 5.3.3 Схема вибрографа ВР-1

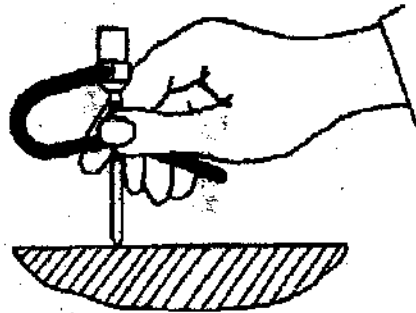


Рисунок 5.3.4 Установка вибропреобразователя с использованием шупа.

5.4 Порядок проведения работы и оформления результатов измерения

При работе с измерителем ВШВ-003-М2

5.4.1 Подсоединить вибропреобразователь к эквиваленту вибропреобразователя, соединенного с предусилителем ВПМ -101.

5.4.2 ВШВ-003-2М включить в электрическую сеть напряжением 220 В.

5.4.3 Нажать кнопку dV.

5.4.4 Переключатель измерителя установить в положения: ДЛТ1, dB-80, ДЛТ2, dB-50.

5.4.5 Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положения F или S, или 10S.

5.4.6 В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель ФЛТ, Hz установить в положение «1» или «10», нажать или отжать кнопку 10 kHz, 4 kHz.

5.4.7 Включить источник вибрации, установить шуп вибропреобразователя на поверхность исследуемого объекта и произвести измерения виброскорости, изменяя при необходимости положения переключателей ДЛТ1, dB, ДЛТ2, dB. Если при измерениях стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует ввести ее в сектор 6-10 шкалы децибел сначала переключателем ДЛТ1, dB (если периодически загорается индикатор ПРГ, то переключить переключатель ДЛТ1, dB на более высокий уровень - влево пока не погаснет индикатор ПРГ), затем переключателем ДЛТ2, dB-50.

При измерениях низкочастотных составляющих могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки измерителя, тогда следует перевести переключатель РОД РАБОТЫ из положения F в положение S.

Произвести отсчет показания измерителя в $\text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$. При работе с вибропреобразователем, используемом в комплекте ВШВ -003-2М, показания необходимо умножить на 2,94.

5.4.8 Результаты измерений по всем октавным полосам занести в бланк отчета (Приложение 5.1). Используя таблицу 5.4.1 перевести значения виброскорости в значения уровня виброскорости.

5.4.9 Сравнить полученные результаты с нормированными значениями виброскорости и уровня виброскорости (табл. 5.2.2) и сделать вывод о их соответствии.

При превышении показателей вибрации нормированных значений оценить условия труда по табл. 1.3.1.

5.4.10 Оформить протокол (Приложение 5.2).

При работе с вибрографом ВР-1

5.4.1 Заправить ленту для регистрации колебаний в прибор.

5.4.2 Установить ручку пуска прибора в положение ВЫКЛ, завести пружинный завод механизма с помощью ручки против часовой стрелки до отказа.

5.4.3 Включить источник вибрации.

5.4.4 Наконечник вибрографа привести в соприкосновение с исследуемым объектом, установить ручку пуска прибора в положение ВКЛ. При этом происходит одновременная запись амплитуды и интервалов времени на движущейся ленте. Для прекращения записи ручку пуска поставить в положение ВЫКЛ.

5.4.5 Извлечь из прибора ленту с записью и приступить к ее расшифровке: определить частоту колебаний (в диапазоне секундных отметок на ленте) и амплитуду (с помощью микролинейки): На рис. 5.4.1 представлена запись на ленте вибрографа (виброграмма). Учесть масштаб записи вибрографа.

5.4.6 Рассчитать виброскорость и уровень виброскорости по формулам 5.2.1 и 5.2.2, результаты расчетов занести в бланк отчета (Приложение 5.1).

5.4.7 Сравнить результаты измерения с нормативными значениями по табл. 5.2.2 и сделать вывод о их соответствии.

При превышении показателей вибрации нормированных значений определить условия труда по табл. 1.3.1.

5.4.8 Оформить бланк протокола (Приложение 5.2).

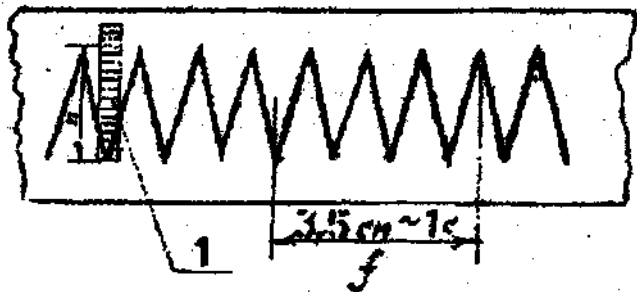


Рис. 5.4.1 Виброграмма:
1 – микролинейка; 2 – двойная амплитуда

Таблица 5.4.1 – Соотношение между логарифмическими уровнями виброскорости в дБ и ее значениями в м/с

Десятки, дБ	Единицы, дБ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
60	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
70	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$
80	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
90	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
100	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
110	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$
120	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-2}$	$8,9 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$
130	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$	$4,5 \cdot 10^{-1}$
140	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$6, \cdot 10^{-1}$	$7,1 \cdot 10^{-1}$	$7,9 \cdot 10^{-1}$	$8,9 \cdot 10^{-1}$	1,0	1,1	1,3	1,4

5.5 Контрольные вопросы

- 5.5.1 Какое воздействие оказывает вибрация на организм человека?
 5.5.2 Какими показателями характеризуется вибрация?
 5.5.3 Какими приборами измеряются показатели вибрации?
 5.5.4 На каком принципе происходит измерение вибрации прибором ВШВ-003-2М?
 5.5.5 На каком принципе происходит измерение вибрации прибором ВР-1?
 5.5.6 Каковы методы и средства защиты от вибрации?

5.6 Рекомендуемая литература

- 5.6.1 Охрана труда на железнодорожном транспорте: Учебник / под ред. Ю.Г. Сибарова. – М.: Транспорт, 1981.
 5.6.2 Бобин Е.В. Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1973.
 5.6.3 СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий/ Информационно-издательский центр Минздрава России. – М., 1997.

Приложение 5.1

ФИО студента _____

Группа _____

Лабораторная работа «Исследование производственной вибрации»

Цель работы: _____

Приборы _____

Результаты измерения вибрации с ВШВ-003-2М

Показатель		Среднегеометрические частоты, Гц						
		1	2	4	8	16	31,5	63
Виброскорость, м/с	измеренная							
	допустимая							
Уровень виброскорости, дБ	измеренная							
	допустимая							

Вывод: _____

Результаты измерения вибрации с ВР-1

Расшифровка виброграммы

$$\text{Амплитуда } A = \frac{v}{2\pi f}$$

Частота $f =$

$$\text{Виброскорость } v = \omega \cdot A \cdot 10^{-3} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot A \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Уровень виброскорости } L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}$$

$v_0 =$

Результаты расчетов:

Частота, Гц	Амплитуда, мм	Виброскорость, м/с		Уровень виброскорости, дБ	
		измеренная	допустимая	Измеренный	допустимый

Вывод: _____

Дата

Подпись преподавателя

ПРОТОКОЛ №
Вибрация общая
(эквивалентный корректированный уровень виброскорости)

1. **Наименование и код подразделения организации и рабочего места**

2. **Дата проведения измерения**

3. **Наименование организации (ее подразделения), выполнявшей измерения**

4. **Наименование измеряемого производственного фактора**

5. **Сведения о средствах измерения**

6. **Метод проведения измерений с указанием нормативных документов, на основании которых проводились измерения**

7. **Место(а) проведения измерений**

Место проведения измерения	Корректированный уровень виброскорости, дБ

8. **Фактическое значение измеряемого фактора**

Фактор	Фактическое значение	Нормативное значение	Величина отклонения	Класс условий труда
Эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ				

9. **Должность, фамилия, инициалы, подпись проводившего измерения:**

10. **Должность, фамилия, инициалы, подпись представителя администрации объекта, на котором проводились измерения:**