

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
(лабораторный практикум)**

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки
«Защита в чрезвычайных ситуациях»

Ставрополь
2018

УДК 614.8.084(075.8)
ББК 68.9 я73
Б 39

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Северо-Кавказского
федерального университета

Б 39 **Безопасность жизнедеятельности:** учебное пособие (лабораторный практикум) / сост.: Е. В. Соколова, В. А. Емельянова, О. В. Клименко, В. И. Татусь. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2018 – 133 с.

В пособии изложены основные теоретические аспекты, необходимые для выполнения всех лабораторных работ по курсу, задания к ним, методика и порядок их выполнения, рекомендуемая литература, планируемые результаты и критерии оценивания.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОСВО и учебным планом и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

УДК 614.8.084(075.8)
ББК 68.9 я73

Составители:

канд. тех. наук, доц. **Е. В. Соколова**,
канд. экон. наук, доц. **В. А. Емельянова**,
ст. преподаватель **О. В. Клименко**,
ассистент **В. И. Татусь**

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. **В. Н. Азаров**
(ФГБОУ ВО ВолгГТУ),
д-р техн. наук, проф. **В. Д. Ковалев**

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Исследование микроклиматических параметров воздуха рабочей зоны в помещении	5
2. Исследование способов защиты от теплового излучения.....	15
3. Исследование параметров естественного освещения	29
4. Исследование параметров искусственного освещения	41
5. Исследование звукоизоляционных свойств акустических экранов.....	50
6. Исследование эффективности применения звукопоглощающих облицовок	66
7. Исследование ультрафиолетового излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его	73
8. Исследование явлений при стекании тока в землю	87
9. Электробезопасность. Средства защиты в электроустановках. Оказание первой помощи при электротравмах	106
Литература.....	120
Приложения	122

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные работы являются одним из видов учебных занятий, предусмотренных при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», и предназначены для укрепления, углубления полученных теоретических знаний и приобретения практических навыков по измерению и оценке опасности факторов производственной, бытовой и природной среды.

В учебном пособии изложен теоретический материал, необходимый для понимания физических процессов при выполнении лабораторных работ, а также конкретные рекомендации по их выполнению и оформлению результатов. Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» способствует формированию у обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность следующих компетенций:

ОК-7 – владение культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности;

ПК-5 – способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей;

ПК-15 – способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации;

ПК-18 – готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации;

ПК-23 – способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

1. Исследование микроклиматических параметров воздуха рабочей зоны в помещении

Цель работы: исследовать параметры микроклимата на рабочем месте, сделать вывод об их соответствии оптимальным и допустимым значениям.

Формируемые компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-15; ПК-23.

Теоретическая часть

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Оптимальные микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния его организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния его организма, сопровождающиеся напряжением механизма терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает ухудшения или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

Таблица 1.1

Оптимальные и допустимые нормы микроклиматических параметров в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С						Относительная влажность		Скорость движения, м/с	
		Допустимая									
		Оптимальная	Верхняя граница на рабочих местах		Нижняя граница на рабочих местах		оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
			постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных					
Холодный	Легкая – Ia	22–24	25	26	21	18	40–60	75	0,1	не более 0,1	
	Легкая – Ib	21–23	24	25	20	17	40–60	75	0,1	не более 0,2	
	Средней тяжести – IIa	18–20	23	24	17	15	40–60	75	0,2	не более 0,3	
	Средней тяжести – IIб	17–19	21	23	15	13	40–60	75	0,2	не более 0,4	
	Тяжелая – III	16–18	19	20	13	12	40–60	75	0,3	не более 0,5	
	Легкая – Ia	23–25	28	30	22	20	40–60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1 – 0,2	
Теплый	Легкая – Ib	22–24	28	30	21	19	40–60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1 – 0,3	
	Средней тяжести – IIa	21–23	27	29	18	37	40–60	85 (при 28 °С)	0,3	0,2 – 0,4	
	Средней тяжести – IIб	20–22	27	29	16	15	40–60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2 – 0,5	
	Тяжелая – III	18–20	26	28	18	13	40–60	75 (при 24 °С)	0,4	0,2 – 0,6	

При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года и физическую тяжесть выполняемых работ. Под временем года подразумевают два периода: холодный (среднесуточная температура наружного воздуха составляет +10 °С и ниже) и теплый (соответствующее значение превышает +10 °С). Нормируемые параметры микроклимата в производственных помещениях приведены в таблице 1.1.

Абсолютная влажность воздуха – количество водяных паров, приходящихся на единицу объема воздуха (г/м³). Вычисляют по формуле Ренье:

$$P = (P_{н.м} - a \cdot (T_{сух} - T_{м}) \cdot P_{б}), \quad (1.1)$$

где $P_{н.м}$ – парциальное давление насыщенных паров при температуре мокрого термометра (таблица 1.2), Па; a – психрометрический коэффициент (0,0013); $T_{сух}$ – показания сухого термометра, °С; $T_{м}$ – показания мокрого термометра, °С; $P_{б}$ – барометрическое давление ($1 \cdot 10^5$) Па.

Относительная влажность – отношение абсолютной и максимальной влажности, выраженное в процентах:

$$\phi = \frac{P}{P_{н.с}} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

где $P_{н.с}$ – парциальное давление насыщенных паров при температуре сухого термометра (таблица 1.2).

Таблица 1.2

**Парциальное давление насыщенных водяных паров
при различных температурах**

Температура, °С	Парциальное давление, Па	Температура, °С	Парциальное давление, Па
0	614	16	1807
5	873	17	1920
6	948	18	2050
7	1003	19	2182
8	1074	20	2322
9	1145	21	2529
10	1224	22	2624

Температура, °С	Парциальное давление, Па	Температура, °С	Парциальное давление, Па
11	1303	23	2789
12	1400	24	2924
13	1490	25	3144
14	1590	30	4212
15	1695	40	7330

Оборудование и материалы

Измерение относительной влажности производится с помощью психрометра (рис. 1.1). Аспирационный психрометр состоит из двух одинаковых термометров 1, 2 с ценой деления 0,2 °С, установленных вертикально в металлической оправе. Оправа состоит из трубки 3, раздваивающейся книзу, и боковых защит 4. Верхний конец трубки 3 соединен с аспиратором 7, просасывающим наружный воздух через трубки 5 и 6, в которых находятся резервуары термометров. Аспиратор имеет пружинный механизм. Пружина заводится ключом 8. Трубки 5 и 6 сделаны двойными.

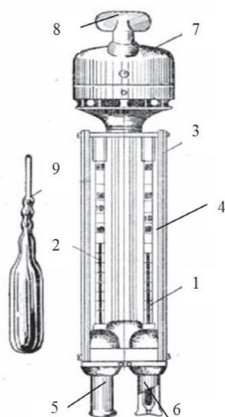


Рис. 1.1. Вид аспирационного психрометра

Резервуар правого термометра плотно обертывается в один слой кусочком батиста (тонкой ткани), конец которого смачивается водой. С поверхности шарика, обернутого батистом, вода

испаряется. На испарение тратится тепло, которое отнимается от шарика. Поэтому термометр, обернутый батистом, показывает температуру более низкую, чем сухой термометр. Чем суше воздух, тем быстрее идет испарение воды с поверхности шарика и тем больше разница между показаниями сухого и смоченного термометра. По разности их показаний – по особым психрометрическим таблицам – определяют влажность воздуха.

При работах, выполняемых сидя, температуру и подвижность воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность – на высоте 1,0 от пола или рабочей площадки.

Указания по технике безопасности

К эксплуатации психрометра должны допускаться лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, знающие устройство, принцип работы и правила эксплуатации прибора.

При работе вентилятора психрометра необходимо следить, чтобы в зону вращающихся лопастей не попадали части тела, одежда и другие предметы.

При эксплуатации психрометра необходимо также в случае сбоя термометров соблюдать общие требования безопасности при работах со ртутью по ГОСТ 12.3.031-83.

Задания

1. Ознакомиться с теоретическим обоснованием лабораторной работы, подготовить отчет.
2. Изучить принцип действия аспирационного психрометра.
3. Ознакомиться с требованиями безопасности при выполнении лабораторной работы.
4. Подготовить психрометр к работе, смочив пипеткой с водой батист правого термометра.
5. Провести измерения температуры воздуха на высоте 0,1 м и 1,0 м от уровня пола. Результаты измерений занести в таблицу 1.7.
6. Для измеренных значений температуры воздуха по формуле (1.1) рассчитать значения абсолютной влажности воздуха, P , г/м³. Результаты расчетов занести в таблицу 1.7.

Таблица 1.3
Психрометрическая таблица для температур от 0 до 34 °С по мокрому термометру

**	Разность показаний «сухого» и «мокрого» термометра																			
0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3				
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7				
2	100	90	83	76	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10				
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	20	21	17	13	10			
4	100	91	84	71	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11		
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10	
6	100	92	85	78	72	68	61	56	50	45	41	35	31	28	25	22	19	16	13	10
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	12
8	100	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25
13	100	94	88	84	78	73	68	63	59	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31
16	100	94	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32
17	100	95	90	85	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34
18	100	95	90	85	81	76	74	68	62	59	56	52	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	86	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38
21	100	95	91	87	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41	39
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	61	58	56	53	51	48	46	43	40
23	100	95	91	87	83	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49	47	44	42
24	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	61	58	56	53	52	49	47	44
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	61	58	56	53	52	49	47	44
26	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	47	45
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54	52	50	48	46
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	47
29	100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58	55	54	52	50	48
30	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58	55	54	52	50	48
31	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58	55	54	52	50	48
32	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	59	57	55	53	51	50
33	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50
34	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51

** – показания мокрого термометра

7. На основании измеренных показаний сухого и мокрого термометров определить значение относительной влажности по таблице 1.3. Значения занести в таблицу 1.7.
8. Рассчитать значения относительной влажности воздуха, φ , %, с помощью формулы (1.1). Результаты расчетов занести в таблицу 1.7.
9. По таблице 1.1 для исследуемого периода года и категории тяжести работ (по варианту – таблица 1.4) определить оптимальные и допустимые значения температуры и относительной влажности воздуха. Результаты занести в таблицу 1.8.

Таблица 1.4

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Категория тяжести работ	Ia	IIб	III	Iб	IIa	III	III	IIa	IIб	Ia

10. Сделайте вывод о соответствии полученных характеристик гигиеническим требованиям. При необходимости предложите мероприятия по нормализации микроклиматических параметров.
11. По таблицам 1.5 – 1.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха выше или ниже допустимых величин. Результаты сводятся в таблицу 1.7.

Таблица 1.5

**Время работы
при температуре воздуха на рабочем месте
выше допустимых величин**

Температура воздуха на рабочем месте, °C	Время пребывания не более при категориях работ, ч		
	Ia – Iб	IIa – IIб	III
32,5	1,0	–	–
32,0	2,0	–	–
31,5	2,5	1,0	–
31,0	3,0	2,0	–
30,5	4,0	2,5	1,0
30,0	5,0	3,0	2,0
29,5	5,5	4,0	2,5
29,0	6,0	5,0	3,0

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания не более при категориях работ, ч		
	Ia – Iб	IIa – IIб	III
28,5	7,0	5,5	4,0
28,0	8,0	6,0	5,0
27,5	–	7,0	5,5
27,0	–	8,0	6,0
26,5	–	–	7,0
26,0	–	–	8,0

Таблица 1.6

**Время работы
при температуре воздуха на рабочем месте
ниже допустимых величин**

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания не более при категориях работ, ч				
	Ia	Iб	IIa	IIб	III
6	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	2
8	–	–	–	1	3
9	–	–	–	2	4
10	–	–	1	3	5
11	–	–	2	4	6
12	–	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	–
15	3	4	6	8	–
16	4	5	7	–	–
17	5	6	8	–	–
18	6	7	–	–	–
19	7	8	–	–	–
20	8	–	–	–	–

Содержание отчета и его форма

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы 25 – 30.
4. Результаты измерений и расчетов (заполненные таблицы 1.7 и 1.8).
5. Выводы и предложения.

Таблица 1.7

Результаты определения относительной влажности

Номер измерения	Показания термометров (T, °C)		Абсолютная влажность (P, г/м³)	Относительная влажность (φ, %)	
	сухого, T _{сух} , °C	мокрого T _м , °C		по таблице 1.3	по формуле 1.2
1 (0,1 м)					
2 (1,0 м)					

Таблица 1.8

Анализ полученных результатов

Период года	Время пребывания на рабочем месте, ч	Категория работы	Температура воздуха, T, °C			Рекомендуемое время пребывания на рабочем месте при измеренной температуре воздуха, ч	Относительная влажность, φ, %		
			измеренная	оптимальная	допустимая		измеренная	оптимальная	допустимая

Контрольные вопросы

1. Что называется «гомеостазом»? Какие виды гомеостаза существуют у человека?
2. Что может явиться причиной нарушения генетического гомеостаза?
3. Причины возникновения мутаций, характеристика, классификация.
4. Какими системами организма человека поддерживается его связь с окружающей средой? Каковы характеристики этих систем?
5. Перечислите основные органы чувств и их анализаторы.
6. Назовите основные параметры анализаторов.
7. Какие виды энергии затрачиваются человеком для выполнения работы?
8. Охарактеризуйте элементы умственной работы.
9. Охарактеризуйте основные формы деятельности человека.
10. Охарактеризуйте категории трудовой деятельности в зависимости от энергозатрат.

11. Каким образом осуществляется гигиеническая классификация условий труда?
12. Что называется работоспособностью? Какие факторы могут влиять на её уровень?
13. Охарактеризуйте особенности изменения работоспособности в течение рабочего дня, недели, жизни человека?
14. Что называют выносливостью? Какими факторами она обуславливается?
15. Что называется утомлением? Каковы его основные компоненты, признаки и стадии?
16. Что такое «отдых»? Каковы основы его рациональной организации?
17. Каким образом поддерживается тепловой баланс организма человека с окружающей средой?
18. Назовите виды тепловыделений организма человека. От чего они зависят?
19. Какие виды реакций организма человека существуют на температуру окружающей среды?
20. Каким образом происходит теплообмен человека с окружающей средой? Дайте необходимые определения.
21. Какими способами осуществляется терморегуляция у человека?
22. Температура тела человека и ее нормирование.
23. Каким образом можно оценить теплоощущения человека?
24. Назовите виды теплоотдачи организма человека.
25. Дайте определение понятию «микроклимат».
26. Назовите параметры микроклимата производственных и жилых помещений. Дайте определение каждому из параметров микроклимата.
27. От каких факторов зависят условия микроклимата в помещении?
28. Каким образом производится нормирование параметров микроклимата?
29. Каков результат дискомфорта микроклимата на человека?
30. Какие микроклиматические параметры называются оптимальными, допустимыми?

Литература: 6, 9, 15.

2. Исследование способов защиты от теплового излучения

Цель работы: изучение способов защиты от теплового излучения с помощью различных материалов и видов экранов

Формируемые компетенции или их части: выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-5; ПК-23.

Теоретическая часть

Мероприятия по борьбе с теплоизбытками направляются на максимальное сокращение их выделения, так как легче предупредить избытки тепла, чем удалить их из цеха. Наиболее эффективным способом борьбы с ними является изоляция источников тепловыделений. Санитарными нормами установлено, что температура наружных поверхностей источников тепловыделений в зоне расположения рабочих мест не должна превышать 45 °С, а при температуре внутри них менее 100 °С – не более 35 °С. Необходимо учитывать, что инфракрасная радиация действует не только на рабочих, но и нагревает все окружающие предметы и ограждения и создает тем самым весьма значительные источники вторичного выделения тепла. Промышленная теплозащита достигается:

- герметизацией оборудования;
- максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов с применением дистанционного управления производственным процессом;
- оптимальным размещением оборудования и рабочих мест;
- автоматическим контролем и сигнализацией;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты.

На рисунке 2.1 представлены виды средств коллективной защиты от избыточного инфракрасного излучения.

Для изоляции источников тепла применяются обычные термоизоляционные материалы, обладающие низкой теплопроводностью. К ним относятся пористый кирпич, асбест, специаль-

ные глины с примесью асбеста и т. д. Теплоизоляция горячих поверхностей снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает общее выделение теплоты и его лучистой части. Достоинством теплоизоляции является возможность снижения топлива и повышения производительности агрегатов, однако при этом резко сокращается срок службы изолированных элементов оборудования.



Рис. 2.1. Виды средств производственной теплозащиты

Дистанционное управление процессом увеличивает расстояние между работником и источником тепла и излучения, что снижает интенсивность влияющей на человека радиации.

Лучший гигиенический эффект дает водяное охлаждение наружных поверхностей горячего оборудования (радиационное охлаждение). Оно применяется в виде водяных рубашек или системы труб, покрывающих снаружи горячие поверхности. Вода, циркулирующая по системе труб, отбирает тепло с горячей

поверхности и не допускает выделения его в помещение цеха. Для экранирования примеряются щиты высотой не менее 2 м, поставленные параллельно горячей поверхности на небольшом расстоянии от нее (5 – 10 см). Подобные щиты препятствуют распространению конвекционных токов нагретого воздуха от горячей поверхности в окружающее пространство.

Для снятия конвекционного и лучистого тепла, воздействующего на рабочего, в горячих цехах широко применяется воздушное душирование (рис. 2.2), начиная от настольного вентилятора и кончая мощными промышленными аэраторами и приточными вентиляционными системами с подачей воздуха непосредственно на рабочее место. Для этой цели используются как простые, так и аэраторы с распылением воды, повышающей охлаждающий эффект за счет ее испарения.

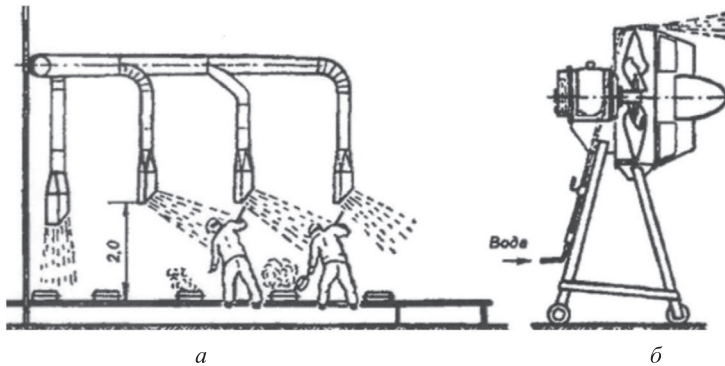


Рис. 2.2. Устройства воздушного душирования: а – стационарные; б – передвижные

Средства защиты от теплового излучения должны обеспечивать: тепловую облученность на рабочих местах не более $0,35 \text{ кВт/м}^2$, температуру поверхности оборудования не более $35 \text{ }^\circ\text{C}$ при температуре внутри источника теплоты до $100 \text{ }^\circ\text{C}$ и $45 \text{ }^\circ\text{C}$ при температуре внутри источника теплоты более $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Теплоизоляция горячих поверхностей (оборудования, сосудов, трубопроводов и т. д.) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает общее выделение теплоты, в том чис-

ле ее лучистую часть, излучаемую в инфракрасном диапазоне ЭМИ. Для теплоизоляции применяют материалы с низкой теплопроводностью.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

Мастичную изоляцию осуществляют путем нанесения на поверхность изолируемого объекта изоляционной мастики.

Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов – асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. – и наиболее пригодна для трубопроводов и сосудов.

Засыпная изоляция в основном используется при прокладке трубопроводов в каналах и коробах. Для засыпки применяют, например, керамзит.

Штучная изоляция выполняется формованными изделиями – кирпичом, матами, плитами – и используется для упрощения изоляционных работ.

Комбинированная изоляция выполняется многослойно. Первый слой обычно выполняют из штучных изделий, последующие – мастичные и оберточные материалы.

Наиболее распространенный и эффективный способ защиты от излучений – экранирование источников излучений и экранирование рабочих мест. Экраны могут быть стационарными и переносными. По принципу действия экраны подразделяются на теплоотражающие, теплопоглощающие, теплоотводящие. Это деление условно, т. к. любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить тепло. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от того, какое свойство отражено в нем наиболее сильно.

Теплозащитные экраны применяют для экранирования источников лучистой теплоты, защиты рабочего места и снижения температуры поверхностей предметов и оборудования, окружающих рабочее место. Теплозащитные экраны поглощают и отражают лучистую энергию. Различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По конструктивному выполнению экраны подразделяются на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

Непрозрачные экраны выполняются в виде каркаса с закрепленным на нем теплопоглощающим материалом или нанесенным на него теплоотражающим покрытием.

В качестве отражающих материалов используют алюминиевую фольгу, алюминий листовой, белую жемчужную краску; в качестве покрытий – алюминиевую краску.

Для непрозрачных поглощающих экранов используется теплоизоляционный кирпич, асбестовые щиты.

Непрозрачные теплоотводящие экраны изготавливают в виде полых стальных плит с циркулирующей по ним водой или водовоздушной смесью (рис. 2.3), что обеспечивает температуру на наружной поверхности экрана не более 30–35 °С.

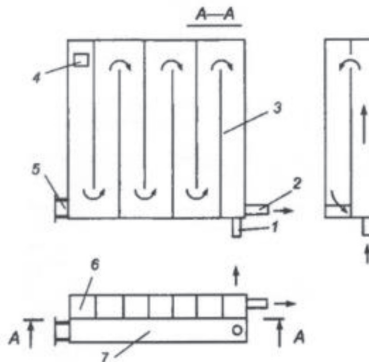


Рис. 2.3. Водоохлаждаемый экран для радиационного охлаждения и защиты от теплового облучения рабочих мест:

- 1 – подвод воды; 2 – сток воды; 3 – перегородки; 4 – переливное окно;
5 – труба с водой для промывки экрана; 6 – полость с перегородками;
7 – полость без перегородок

Полупрозрачные экраны применяют в тех случаях, когда экран не должен препятствовать наблюдению за технологическим процессом и вводу через него инструмента и материала. В качестве полупрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические сетки с размером ячейки 3–3,5 мм, завесы в виде подвешенных цепей. Для экранирования кабин и пультов управления, в которые должен проникать свет, исполь-

зуют стекло, армированное стальной сеткой. Полупрозрачные теплоотводящие экраны выполняют в виде металлических сеток, орошаемых водой, или в виде паровой завесы.

Прозрачные экраны изготавливают из бесцветных или окрашенных стекол – силикатных, кварцевых, органических. Обычно такими стеклами экранируют окна кабин и пультов управления. Теплоотводящие прозрачные экраны выполняют в виде двойного остекления с вентилируемой воздухом воздушной прослойкой, водяных и вододисперсных завес.

Оборудование и материалы

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Исследование способов защиты от теплового излучения» представляет собой прибор, состоящий из подставки, на которой размещено все оборудование (рис. 2.4 – 2.6). К установке прилагается комплект теплоотражающих, теплопоглощающих и теплоотводящих защитных экранов (рис. 2.7).

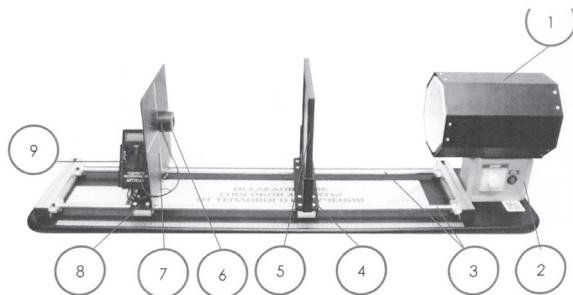


Рис. 2.4. Устройство оборудования:

- 1 – источник теплового излучения – лампа накаливания со встроенным зеркальным отражателем и плавно регулируемой мощностью излучения в пределах от 0 до 250 Вт; 2 – блок питания и регулировки освещения; 3 – направляющие валы; 4 – подвижная платформа с держателями для установки испытуемых экранов; 5 – экран; 6 – датчик избирательного радиометра с магнитным креплением, установка датчика прибора от источника теплового излучения возможна на расстоянии от 100 до 750 мм; 7 – экран с мерной сеткой для позиционирования датчика; 8 – подвижная платформа; 9 – радиометр неселективный. Пределы измерения интенсивности теплового излучения в спектральном диапазоне 0,5...200 мкм... от 1 до 2000 Вт/м²



Рис. 2.5. Осветительный модуль: 1 – кнопка включения/выключения; 2 – диммер для регулировки мощности излучения

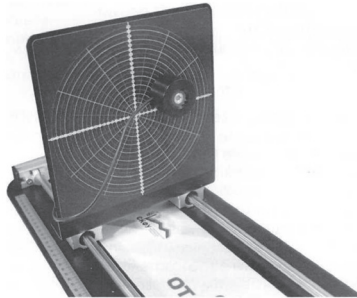


Рис. 2.6. Экран с установленным на магнитном держателе датчиком

Диапазон перемещений датчика от оси излучателя по вертикали и горизонтали составляет не менее 80 мм.

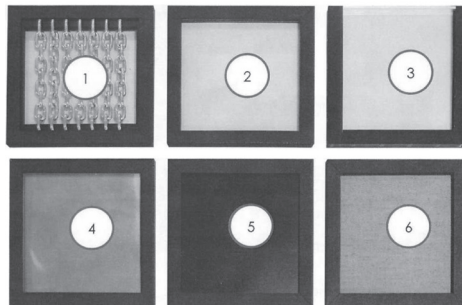


Рис. 2.7. Набор защитных экранов:

1 – стальная цепь; 2 – стекло силикатное 5 мм; 3 – вода в прозрачном плоском сосуде; 4 – алюминиевый лист 3 мм; 5 – стальной лист окрашенный в черный цвет 2 мм; 6 – брезент

В комплект оборудования входит радиометр неселективный «Аргус-03» (рис. 2.8), предназначенный для измерения энергетической освещенности объектов в диапазоне от 1,0 до 2000 Вт/м в спектральном диапазоне от 0,5 до 20,00 мкм.



Рис. 2.8. Внешний вид радиометра «Аргус-03»

Радиометр может быть использован в организациях охраны труда, медицине, сельском хозяйстве для измерения плотности потока излучения от нагретых объектов, тепловых потерь в теплоэнергетике, машиностроении и пр.

Принцип работы радиометра основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источниками, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный энергетической освещенности, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

В измерительном блоке установлен первичный преобразователь излучения – термоэлемент для измерения энергетической освещенности.

На передней панели индикаторного блока размещен переключатель пределов измерений и гнезда для сигналов с выхода измерительного блока. В задней части радиометра размещены элементы питания (батарея типа «Крона»). Показания индицируются в единицах Вт/м².

Указания по технике безопасности

До начала работ каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

К работе с прибором допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, ознакомленные с устройством прибора, его принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующего кабинета образовательного учреждения.

Прибор должен эксплуатироваться в учебном кабинете в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации учебных кабинетов, с нормами расстановки оборудования и условиями работы.

Перед началом работы необходимо:

- Проверить отсутствие внешних повреждений элементов изделия, тумблеров, переключателей и т. п.
- Убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля.
- При включении изделия в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении выключено.

Требования безопасности во время работы

- Не оставлять без присмотра включенный прибор.
- Включать прибор можно только при установленной в патрон лампе-излучателе.
- Соблюдайте правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергать его механическим ударам, не допускать падения.
- Отключайте питание по завершении измерений.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220 В и подавать напряжение на схему.
- Включать изделие в сеть 220 В без установленной в патрон лампы-излучателя.

- Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.
- Включать изделие в электрическую сеть мокрыми и грязными руками.
- Использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Работать с изделием в случае её неисправности.
- Оставлять оборудование включенным без присмотра.
- Оставлять оборудование включенным в режиме ожидания на длительное время (более 3 часов).
- Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

Задания

Задание 1. Произвести следующие манипуляции с радиометром

- 1.1. Установить измерительный блок радиометра в месте, где необходимо измерить освещенность. Индикаторный блок можно разместить в месте, удобном для снятия показаний с индикаторного табло. Переключатель пределов должен быть установлен в положение «Выкл».
- 1.2. Включить радиометр, для этого переключатель установить в положение Вт/м². При этом должны появиться показания на цифровом табло. Если в левой его части загорается индикатор разряда батареи, необходимо сменить элемент питания.
- 1.3. Закрыть измерительный блок, измерить и запомнить «темновое» значение (U_T) для дальнейшего вычисления значения энергетической освещенности.
- 1.4. Открыть измерительный блок. На табло индицируется энергетическая освещенность в Вт/м². Провести расчет значений энергетической освещенности, измеренной радиометром по формуле:

$$E = U_0 - U_T \quad (2.1)$$

где U_0 и U_T – показания радиометра при открытом и закрытом измерительном блоке соответственно.

- 1.5. Если на табло индицируется единица наивысшего разряда, а цифры остальных разрядов не горят, это означает перегрузку для данного предела измерений.
- 1.6. Установить лампу-излучатель в патрон осветителя.
- 1.7. Подключить установку к сети 220 В с помощью соединительного шнура, входящего в комплект.
- 1.8. Включить кнопку «СЕТЬ» (позиция 1 на рисунке 2.5). Регулятор диммера (позиция 2 на рисунке 2.5) должен быть при этом повернут против часовой стрелки до щелчка.
- 1.9. Установить подвижную платформу с радиометром (позиция 8 на рисунке 2.6) на максимальном расстоянии от осветителя. Датчик при этом должен находиться в центре мерного экрана.
- 1.10. Включить радиометр.
- 1.11. Поворотом рукоятки диммера включить лампу-излучатель.

Задание 2. Провести анализ интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния от источника, а также от его мощности.

- 2.1. Снять показания радиометра при различной мощности излучения лампы, различных расстояниях экрана с датчиком от осветителя.
- 2.2. Результаты измерений занести в таблицу 2.1. Сравнить, сделать выводы.
- 2.3. Построить графики зависимости интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния от источника, а также от его мощности.

Таблица 2.1

Исследование интенсивности теплового излучения в зависимости от мощности источника и дальности его расположения

Мощность лампы, Вт	Интенсивность ТИ, Q, Вт/м ² , при дальности расположения источника					
	L = ___мм	L = ___мм	L = ___мм	L = ___мм	L = ___мм	L = ___мм
50						
100						
250						

Задание 3. Исследование эффективности защиты экранов различных типов от теплоизбытков.

- 3.1. Установить максимальную мощность излучения источника излучения.
- 3.2. Измерить интенсивность теплового излучения на различных расстояниях от источника без экрана, результаты записать в таблицу 2.2.
- 3.3. Измерить интенсивность теплового излучения на различных расстояниях от источника с экраном (тип экрана уточнить у преподавателя).
- 3.4. Определить эффективность экранирования по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_0 - Q}{Q_0} \cdot 100\%,$$

где Q_0 – интенсивность теплового излучения, измеренная без применения экрана, Вт/м²; Q – интенсивность теплового излучения, измеренная с применением экрана, Вт/м².

Таблица 2.2

Исследование эффективности экранов

Расстояние от источника излучения, мм	Экран № _____		Экран № _____		Экран № _____	
	Q, Вт/м ²	Э, %	Q, Вт/м ²	Э, %	Q, Вт/м ²	Э, %

- 3.5. Построить график изменения интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния.

Содержание отчета и его форма

Отчет о лабораторной работе должен содержать

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Схему лабораторной установки.

5. Результаты измерений и расчетов (заполненные таблицы 2.1 и 2.2).
6. График зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите мероприятия, проводимые для нормализации микроклиматических параметров в помещении.
2. Что называется вентиляцией? Охарактеризуйте виды вентиляции по способу перемещения воздуха?
3. Естественная вентиляция: принципы функционирования, особенности организации, область применения.
4. Виды механической вентиляции: принципы функционирования, особенности организации, область применения.
5. Раскройте суть понятия «кондиционирование».
6. Каковы особенности применения экранирования при защите от теплоизбытков?
7. Как осуществляется «защита временем» состояния здоровья работников при наличии охлаждающего или нагревающего микроклимата на рабочем месте?
8. Какие виды технических мероприятий необходимо проводить при повышенной запыленности или загазованности воздуха в помещении?
9. Приведите примеры устройств местной вентиляции. Каково их назначение?
10. Какой параметр позволяет определить степень негативного влияния на человека нагревающего микроклимата? Перечислите наиболее эффективные методы защиты от избытков тепла на производстве.
11. Что называют воздушным душем? Охарактеризуйте.
12. Поясните особенности и области применения воздушных и воздушно-пылевых завес.
13. Назовите мероприятия, которые проводятся для борьбы с теплоизбытками.

14. Каким образом осуществляется изоляция источников тепла?
15. Что такое радиационное охлаждение?
16. Дайте определение и назовите виды систем отопления.
17. Какие экраны применяются для защиты от избытков тепла? В чем особенности их применения?

Литература: 3.

3. Исследование параметров естественного освещения

Цель работы: изучить существующие санитарно-гигиенические нормы и требования к естественному освещению, освоить методики измерения и расчета параметров естественного освещения.

Формируемые компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-5; ПК-18.

Теоретическая часть

Естественное освещение осуществляется за счет прямого и отраженного света неба.

Естественное освещение по конструктивному исполнению бывает:

- боковое, осуществляемое через оконные проемы;
- верхнее, когда свет в помещение проникает через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях;
- комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое.

Освещение, создаваемое в совокупности естественным и искусственным освещением, называется совмещенным.

Для систем естественного освещения нормируемыми параметрами являются коэффициент естественного освещения (КЕО) и неравномерность естественного освещения.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба ($E_{\text{вн}}$, лк), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода ($E_{\text{нар}}$, лк); выражается в процентах.

$$KEO = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%. \quad (3.1)$$

Неравномерность естественного освещения – отношение среднего значения к наименьшему значению KEO в пределах характерного разреза помещения. Неравномерность не должна превышать 2:1 для работ I и II разрядов и 3:1 для работ III и IV разрядов.

Характерный разрез помещения – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение KEO 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, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения. При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение KEO в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

При определении достаточности естественного освещения в производственном помещении при правильной расстановке оборудования и распределении рабочих мест с различной степенью зрительного напряжения используются следующие методы аналитического определения KEO :

- 1) расчетный метод;
- 2) графо-аналитический метод.

Нормированное значение KEO , e_N , для зданий, расположенных в различных районах, определяют по формуле

$$e_N = e_n \cdot m, \quad (3.2)$$

где e_n – нормативное значение KEO (таблица А.1); m_N – коэффициент светового климата (таблицы А.2 – А.3).

Для обеспечения нормальной величины KEO необходимо определить площадь световых проемов. Расчет световых проемов при боковом освещении проводят по формуле:

$$S_o = \frac{e_N \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot S_{II}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{зд}, \quad (3.3)$$

где e_N – нормируемое значение коэффициента естественной освещенности; S_o – площадь окон, м²; S_{II} – площадь пола, м²; η_0 – световая характеристика окон (таблица 3.1); $K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, принимаемый по таблице 3.4; K_3 – коэффициент запаса, определяемый в зависимости от назначения помещения, равный 1,3–1,5; τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (3.4)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, определяемый по таблице 3.2; τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по таблице 3.2; τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по таблице 3.2; τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по таблице 3.3; r_1 – коэффициент, учитывающий повышение KEO при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, принимаемый по таблице 3.5.

Таблица 3.1

Значение световых характеристик окон при боковом освещении

Отношение длины помещения к его глубине	Значение световой характеристики при отношении глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблица 3.2

Значения коэффициентов τ_1, τ_2, τ_3

Вид светопропускающего материала	τ_1	Вид переплета	τ_2	Несущие конструкции покрытия	τ_3
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9 0,8 0,75	Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий. а) деревянные: одинарные, спаренные, двойные разделенные, с тройным остеклением;	0,8 0,75 0,65 0,5	Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,9 0,8
	0,65				
Стекло листовое узорчатое Пустотелые стекольные блоки: светорассеивающие светопрозрачные стеклопакеты	0,5 0,65 0,8	б) металлические: одинарные, спаренные, двойные разделенные, с тройным остеклением	0,9 0,85 0,65 0,7		

Таблица 3.3

Значение коэффициента учитывающего потери света в солнце защитных устройств

Солнцезащитные устройства	τ_4
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1
2. Горизонтальные козырьки: – с защитным углом не более 30° – с защитным углом от 15° до 45° (многоступенчатые)	0,8 0,9 – 0,6

Таблица 3.4

Значение коэффициента r_1

Отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна	Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения	Значение r_1 при боковом одностороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен, пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
от 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
более 1,5 до 2,5	0,1	1,055	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2,	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	2,8	1,5

Отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна	Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения	Значение r_1 при боковом одностороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{cp} потолка, стен, пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	

Таблица 3.5

Значение коэффициента K_{30}

P/H_{30}	K_{30}
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

Методика определения КЕО при боковом освещении с использованием графических зависимостей

При использовании графических зависимостей расчет *КЕО* осуществляют в следующей последовательности.

1. Определяют непосредственным измерением или по строительным чертежам площадь S_o , м², световых проёмов, площадь S_n , м², освещаемой части пола помещения и находят их отношение S_o/S_n .
2. Определяют глубину помещения h_n , м, от световых проёмов до расчётной точки, высоту h_o , м, верхней грани световых проёмов (окон) над уровнем рабочей поверхности и находят их отношение.
3. С использованием графика, изображённого на рисунке 3.1, по значениям отношений S_o / S_n и h_n / h_o находят значение *КЕО*. При необходимости определения размеров оконных проёмов, обеспечивающих требуемое по условиям трудовой деятельности значение *КЕО*, можно использовать график, приведённый на рисунке 3.2. По графику на пересечении вычисленного отношения h_n / h_o (точка А) и необходимой величины *КЕО* (точка Б) определяют требуемое значение S_o / S_n (точка В), выраженное в процентах. Далее определяют требуемую площадь световых проёмов.

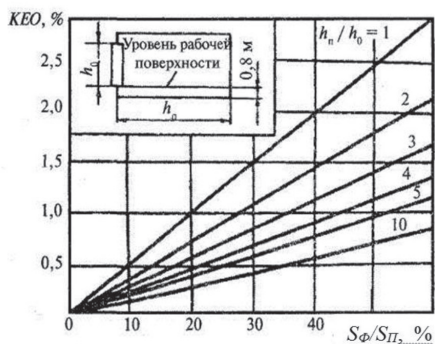


Рис. 3.1. График для определения *КЕО* по значению площади светового проема и освещаемой площади пола

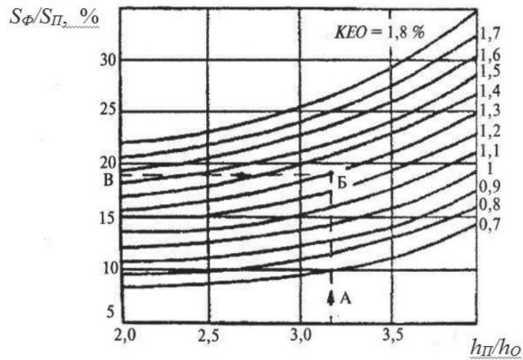


Рис. 3.2. График определения КЕО по глубине помещения и высоте световых проемов

Оборудование и материалы

Для контроля и измерения освещенности на рабочих местах применяют люксметр-пульсаметр ТКА-ПКМ (05) (рис. 3.3).

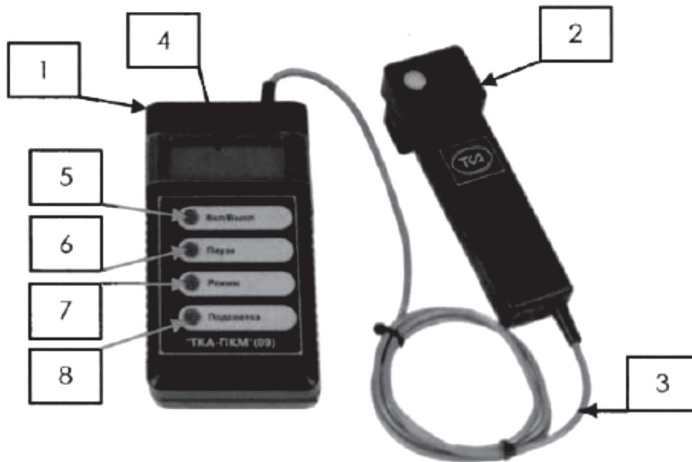


Рис. 3.3. Общий вид прибора ТКА-ПКМ (05)
 1 – блок обработки сигнала; 2 – фотометрическая головка;
 3 – соединительный кабель; 4 – ЖК индикатор;
 5 – кнопка питания ВКЛ/ВЫКЛ; 6 – кнопка ПАЗА; 7 – кнопка РЕЖИМ;
 8 – кнопка подсветки индикатора ПОДСВЕТКА

Прибор предназначен для измерения коэффициента пульсации источников излучения и освещенности в видимой области спектра (380–760 нм).

Принцип средства измерения прибора основан на преобразовании светового потока, создаваемого источниками света, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный освещенности [лк] или яркости [кд/м²], который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

Указания по технике безопасности

Перед началом измерений проверить наличие элемента питания в приборе. Показания прибора при закрытом фотоэлементе (лицевой стороной вниз) соответствуют нулевым значениям. По окончании измерений необходимо аккуратно уложить фотометрическую головку в футляр совместно с основным блоком.

Задания

Задание 1. Провести оценку естественного освещения в лаборатории экспериментальным методом.

- 1.1. Ознакомиться с устройством люксметра, принципом его действия и правилами работы с ним. Убедиться, что стрелка прибора при закрытом фотоэлементе находится в нулевом положении.
- 1.2. Провести замеры естественного освещения в помещении. Замеры проводят в двух точках (рабочих местах) на расстоянии 1 м одна от другой вдоль стены, наиболее удаленной от световых проемов. В каждой точке проводят 3 замера. Одновременно измеряют наружную освещенность. Результаты замеров занести в таблицу 3.7.
- 1.3. Рассчитать KEO для двух точек измерения по формуле (3.1). Результаты расчетов занести в таблицу 3.7.
- 1.4. Определить нормированное значение KEO , e_N , по формуле 3.2.

- 1.5. Измерить линейные размеры лаборатории: длину, ширину, расстояние от верха окна до рабочей поверхности, высоту оконного проема, расстояние от световых проемов до расчетной точки, заполнить таблицу 3.8.
- 1.6. Определить табличные значения параметров, входящих в формулу (3.3): τ_0 , r_1 , η_0 , K_z , K_{zo} по таблицам 3.1 – 3.5, занести их в таблицу 3.9.
- 1.7. Рассчитать площадь S_o световых проемов (окон) данного помещения (формула 3.3) при нормированном значении KEO . Заполнить таблицу 3.9.
- 1.8. Принять недостающие исходные данные для расчетов из таблицы 3.6 согласно вариантам.

Таблица 3.6

**Варианты исходных данных
для оценки естественного освещения**

Вариант	Разряд зрительных работ	Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{cp} потолка, стен, пола
1	Va	0,5
2	IVa	0,4
3	Vб	0,3
4	VIa	0,5
5	Vв	0,4
6	VI	0,3
7	Vг	0,5
8	IVв	0,4
9	IVг	0,3
10	Va	0,5

- 1.9. Сравнить расчетную площадь остекления, S_o , м², с действительной S_ϕ , м², и сделать соответствующие выводы.

Задание 2. Определение значения KEO по графическим зависимостям в заданной преподавателем расчетной точке помещения.

- 2.1. Определить непосредственным измерением площадь световых проемов S_ϕ , м².

- 2.2. Определить площадь помещения $S_{\text{пр}}$, м².
- 2.3. Определить отношение расстояния от световых проемов до расчетной точки, $h_{\text{пр}}$, м, к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верхней грани световых проемов, h_o , м.
- 2.4. С использованием графика, приведенного на рисунке 3.1, по значениям $S_{\text{ф}} / S_{\text{п}}$ и $h_{\text{п}} / h_o$ найти значение KEO . Заполнить таблицу 3.10.
- 2.5. Сделать вывод о соответствии значения KEO указанному преподавателем разряду зрительных работ.

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, включающего ответы на вопросы 8 – 12.
4. Результаты оценки естественного освещения в лаборатории (табл. 3.7 – 3.10).
5. Результаты измерений линейных размеров лаборатории (табл. 3.8).
6. Расчет площади световых проемов. Результаты расчетов (табл. 3.9).
7. Результаты определения значения KEO по графическим зависимостям (табл. 3.10).
8. Выводы и предложения.

Таблица 3.7

Оценка естественного освещения в лаборатории

Точки замера	Порядковый номер замера	Внутренняя освещенность		Наружная освещенность		Расчетное значение KEO	Нормированное значение KEO .
		по прибору	средняя	по прибору	средняя		
1	1						
	2						
	3						
2	1						
	2						
	3						

Таблица 3.8

Результаты измерений линейных размеров лаборатории

Измеряемый параметр	Значение параметра
Размеры лаборатории (длина × глубину)	
Размеры световых проемов	
Расстояние от расчетной точки до световых проемов	
Расстояние от условной рабочей поверхности до верха окна	

Таблица 3.9

Расчетные и действительные площади световых проемов

Площадь пола, $S_{гр}$, м ²	Действительная площадь остекления, $S_{ос}$, м ²	Значение коэффициентов					Расчетное значение площади остекления, $S_{ос}$, м ²
		τ_0	r_1	η_0	K_1	$K_{св}$	

Таблица 3.10

Результаты определения значения КЕО по графическим зависимостям

$S_{ос}$, м ²	$S_{гр}$, м ²	$S_{ос}/S_{гр} \cdot 100\%$	$h_{гр}$, м	$h_{ос}$, м	h_{II}/h_{O}	КЕО, %	e_N

Вопросы

1. Назовите виды производственного освещения.
2. Каковы достоинства и недостатки естественного освещения?
3. Сколько разрядов и подразрядов зрительных работ Вы знаете?
4. Каким образом определяется разряд и подразряд зрительной работы?
5. Назовите качественные показатели освещения. Дайте необходимые определения.
6. Назовите количественные показатели освещения. Дайте необходимые определения.
7. Как классифицируется естественное освещение?

8. Назовите факторы, влияющие на поступление естественного освещения в помещение.
9. Каким образом осуществляется нормирование естественного освещения?
10. Назовите нормируемые параметры естественного освещения.
11. Каким образом осуществляется измерение показателей естественного освещения в помещении?
12. Назовите и охарактеризуйте методы расчетов естественного освещения.

Литература: 10, 13.

4. Исследование параметров искусственного освещения

Цель работы: измерение основных параметров, характеризующих искусственное освещение помещений; ознакомление с методиками его нормирования и расчета.

Формируемые компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-15; ПК-18.

Теоретическая часть

Искусственное освещение – освещение помещения только источниками искусственного света. В помещениях производственных предприятий искусственное освещение создается лампами накаливания и газоразрядными лампами.

К числу недостатков газоразрядных ламп следует отнести: сравнительно высокую стоимость ламп и пускорегулирующей аппаратуры, пульсация, а также зависимость возникновения стробоскопического эффекта при освещении движущихся и вращающихся деталей.

Коэффициент пульсации – важный параметр, характеризующий качество освещения, определяется по формуле

$$K_{II} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{cp}}, \quad (4.1)$$

где E_{\max} – максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; E_{\min} – минимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; E_{cp} – среднее значение освещенности.

Одним из недостатков газоразрядных ламп следует отнести пульсации освещенности, которые возникают из-за питания источников света переменным напряжением. Нормативные значения коэффициента пульсации приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Нормативные значения КП для газоразрядных ламп

Система освещения	Коэффициент пульсации освещенности, % при разрядах зрительной работы		
	I, II	III	IV–VIII
Общее освещение	10	15	20
Комбинированное освещение			
а) общее	20	20	20
б) местное	10	15	20

Стробоскопический эффект – кажущееся изменение или прекращение движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющееся с определенной частотой. Пульсации освещенности вращающихся объектов могут вызвать видимость их неподвижности и быть причиной травматизма.

В лампах накаливания такой эффект отсутствует, поскольку нагретая спираль обладает тепловой инерцией и не успевает за один полупериод колебания остыть.

При проектировании осветительных установок для обеспечения на рабочих местах нормируемой освещенности проводят светотехнический расчет. Расчет может проводиться двумя методами:

- методом коэффициента использования светового потока;
- точечным методом.

Оборудование и материалы

Лабораторная установка для исследования искусственного освещения состоит из

- макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения (рис. 4.1 – 4.2);
- люксметра-пульсметра, прибор служит для измерения значений освещенности и коэффициента её пульсаций.

Макет и люксметр-пульсметр установлены на лабораторном столе. Конструктивно оборудование изготовлено в настольном исполнении и представляет собой корпус (поз. 1) в виде короба-тумбы с раздвижными дверками (поз. 2). Внутри корпуса, в его верхней части, установлены различные вариации пар ламп (вакуумные, галогенные, люминесцентные, светодиодные).

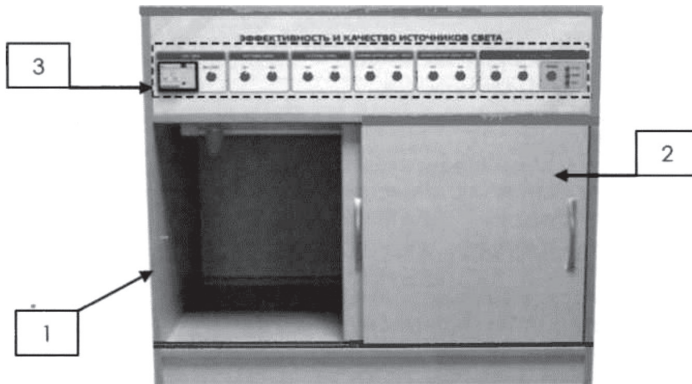


Рис. 4.1. Конструкция оборудования:
1 – корпус; 2 – раздвижные дверки (2 шт.)

На лицевой панели корпуса расположен блок управления лампами (поз. 3), позволяющий включать или выключать лампы, а также управлять режимами работы светодиодных ламп.

На боковой стороне корпуса, в его нижней части, расположено технологическое отверстие, закрываемое лючком, через которое внутрь корпуса вводится фотометрическая головка люксметра-пульсметра. Питание установки осуществляется от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками 220 В и частотой питающей сети 50 Гц.

На лицевой панели стенда расположены модули, позволяющие проводить исследования для различных топов ламп: «Вакуумные лампы» (2×60 Вт), «Галогенные лампы» (2×50 Вт), «Люминесцентные лампы с ЭмПРА» (2×6 Вт), «Люминесцентные лампы с ЭПРА» (2×6 Вт), «Светодиодные лампы» (2×7 Вт).

Непосредственно для измерения освещенности и коэффициента пульсации применяется люксметр-пульсметр.

Прибор предназначен для измерения: коэффициента пульсации источников излучения и освещенности в видимой области спектра (380 – 760 нм).

Принцип средства измерения прибора основан на преобразовании светового потока, создаваемого источниками света, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный освещенности.

щённости [лк] или яркости [кд/м²], который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

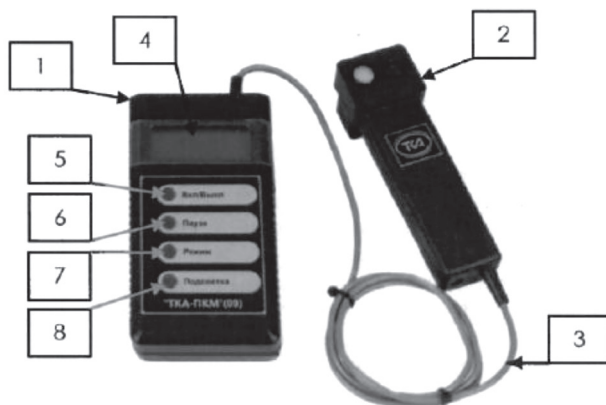


Рис. 4.2. Общий вид:

- 1 – блок обработки сигнала; 2 – фотометрическая головка;
 3 – соединительный кабель; 4 – ЖК индикатор;
 5 – кнопка питания ВКЛ/ВЫКЛ; 6 – кнопка ПАУЗА; 7 – кнопка РЕЖИМ;
 8 – кнопка подсветки индикатора ПОДСВЕТКА

Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие паспорт оборудования, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.
- Перед началом эксплуатации оборудования необходимо убедиться, что оборудование находится в выключенном состоянии.
- При обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегретой изоляции, немедленно обесточьте оборудование.
- Запрещается эксплуатировать неисправное оборудование.

- Запрещается использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Запрещается вскрывать изделие.
- Запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.
- После хранения оборудования в холодном помещении или после перевозки в зимних условиях включать его в сеть можно не раньше, чем через 6 часов пребывания при комнатной температуре в распакованном виде.
- При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
- Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
- Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия при работе запрещается использовать внешние источники питания.
- Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.
- Не оставляйте оборудование включенным без присмотра.
- Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Во избежание поломок оборудования не прикладывайте чрезмерных усилий при манипуляциях с органами управления.

Задания

Задание 1. Оценить освещенность, создаваемую различными источниками искусственного освещения. Рассчитать коэффициент использования осветительной установки, светототдачу ламп.

- 1.1. Включить модуль в СЕТЬ~220 В, нажатием кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ».

- 1.2. Нажать кнопку «ВКЛ/ВЫКЛ» на люксметре для его включения. При выключенном источнике света установить фотодатчик люксметра напротив источника света. Выбрать необходимый режим измерений (на дисплее прибора освещённость обозначается как « E », [лк]).
- 1.3. Включить источник света (в соответствии с заданием преподавателя), нажатием кнопок «HL1» – «HL10».
- 1.4. Нажать на люксметре кнопку «РЕЖИМ» для фиксации полученного значения. Для запоминания измеренного показания на индикаторе прибора необходимо одновременно нажать кнопку «ПАУЗА». Для продолжения измерений еще раз нажать кнопку «ПАУЗА».
- 1.5. Произвести измерение освещённости с помощью люксметра-пульсметра в 5 точках макета производственного помещения (напротив исследуемого источника и в углах основания). Полученные значения освещённости « E » занести в табл. 4.2.
- 1.6. Определить среднее значение E_{cp} для лампы. Повторить п. 1.2 – 1.6 для другой лампы. Полученные значения освещённости « E » занести в табл. 4.2.

По результатам измерений освещённости вычислить значение фактического светового потока по формуле

$$F_{факт} = E_{cp} \cdot S, \quad (4.1)$$

где E_{cp} – среднее значение освещённости, лк; S – площадь макета помещения, м².

Рассчитать светоотдачу каждой лампы по формуле

$$CO = \frac{3.1 \cdot E \cdot h^2}{P}, \quad (4.2)$$

где CO – светоотдача, лм/Вт; E – освещённость источника света, лк; h – высота подвеса лампы над поверхностью, м; P – мощность лампы, Вт.

Таблица 4.2

Оценка освещенности, создаваемой источниками света

№	Наименование источников света					
	E , лк	$E_{ср}$, лк	E , лк	$E_{ср}$, лк	E , лк	$E_{ср}$, лк
1						
2						
3						
4						
5						
	$F_{факт} =$		$F_{факт} =$		$F_{факт} =$	
	$CO =$		$CO =$		$CO =$	

Задание 2. Измерить коэффициент пульсации для различных типов ламп.

- 2.1. Включить модуль СЕТЬ~220В.
- 2.2. Нажать кнопку «ВКЛ/ВЫКЛ» на люксметре для его включения. При ВЫКЛЮЧЕННОМ источнике света установить фотодатчик люксметра напротив источника света. Следует учесть, что лампы включены в различные фазы трехфазной сети, поэтому измерительную головку люксметра-пульсметра необходимо располагать в геометрическом центре системы включенных ламп. Выбрать необходимый режим измерений (на дисплее прибора коэффициента пульсации светового потока отображается как «Кп», измерения которой отображаются в %).
- 2.3. Включить источник света, модуль «Вакуумные лампы» нажатием кнопки «НЛ1».
- 2.4. Нажать на люксметре кнопку «РЕЖИМ» для фиксации полученного значения. Для запоминания измеренного показания на индикаторе прибора необходимо кратковременно нажать кнопку «ПАУЗА». Для продолжения измерений еще раз нажать кнопку «ПАУЗА». Полученные значения занести в таблицу 4.3.

Включить источники согласно приведенным вариантам в табл. 4.3. Произвести измерения. Полученные данные занести в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты измерения коэффициента пульсации

Измеренная величина	Варианты включения ламп								
	HL1	HL1+ HL2	HL3	HL3+ HL4	HL5	HL5+ HL6	HL5+ HL6+ HL7	HL9	HL9+ HL10

- 2.5. По таблице 4.3 для заданного разряда зрительной работы (1 задание) определяется допустимый коэффициент пульсаций КП.
- 2.6. При сравнении измеренных значений коэффициента пульсаций с нормируемыми делается вывод о соответствии нормам. В общем выводе по лабораторной работе необходимо объяснить, почему КП ламп накаливания меньше, чем у люминесцентных ламп.

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, включающий ответы на вопросы 5, 10, 15 – 17.
4. Результаты измерений и расчетов (таблицы 4.2 – 4.3).
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируется искусственное освещение по принципу локализации?
2. Система общего искусственного освещения: достоинства и область применения.
3. Система комбинированного искусственного освещения: достоинства и область применения.
4. Какие виды искусственного освещения по функциональному назначению Вы знаете? Охарактеризуйте каждый из них.
5. Какие параметры системы искусственного освещения подлежат нормированию?

6. Что называется «светильником»?
7. Каково назначение светильника?
8. Какие виды классификаций светильников существуют?
9. Какими параметрами необходимо руководствоваться при выборе светильников?
10. Назовите виды источников искусственного света. Какими параметрами необходимо руководствоваться при выборе источника искусственного света?
11. Классификация источников искусственного освещения.
12. Охарактеризуйте принципы действия различных ламп.
13. Перечислите достоинства и недостатки различных ламп.
14. К какому типу ламп относятся галогенные?
15. Раскройте суть основных методов расчета искусственного освещения.
16. Что такое коэффициент пульсации?
17. Поясните, что такое стробоскопический эффект? Каково его происхождение?

Литература: 10, 13.

5. Исследование звукоизоляционных свойств акустических экранов

Цель работы: освоить практические навыки измерения шума, расчета и экспериментального исследования звукоизолирующих свойств конструкций.

Формируемые компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-5; ПК-15.

Теоретическая часть

Шумом называется совокупность звуков, имеющих различную частоту и интенсивность, неблагоприятно воздействующих на организм человека. Шум классифицируется по частоте, спектральным и временным характеристикам, природе его возникновения (рис. 5.1).

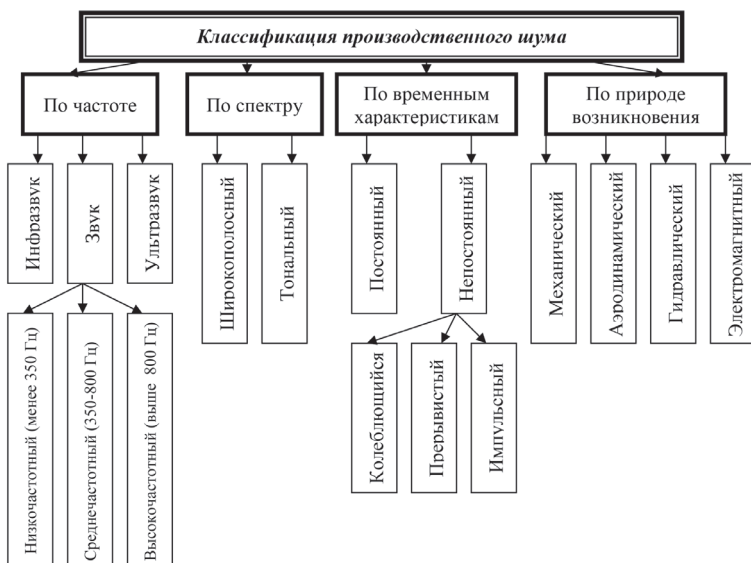


Рис. 5.1. Классификация производственного шума



Рис. 5.2. Классификация акустических колебаний по частоте

Основными физическими параметрами, характеризующими звук, является звуковое давление P и интенсивность звука I . Слуховой аппарат человека реагирует на величину, пропорциональную среднему квадрату звукового давления:

$$p^2 = \frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt, \quad (5.1)$$

где $p(t)$ – разность между мгновенными значениями полного давления и средним давлением в среде при отсутствии звукового поля; T – время усреднения, которое для уха человека равно 30 – 1000 мс.

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии. Интенсивностью звука называется количество звуковой энергии, переносимое звуковой волной в единицу времени через единицу поверхности.

Интенсивность звука связана со звуковым давлением и определяется зависимостью:

$$I = \frac{p^2}{\rho \times C}, \quad (5.2)$$

где ρ – плотность среды, кг/м³; C – скорость звука, м/с.

Область слышимости звуков ограничивается не только определенными частотами, но и определенными значениями давления и интенсивности звука. Максимальные и минимальные звуковые давления интенсивности, воспринимаемые человеком как звук, называются пороговыми. Минимальные значения (порог слышимости) соответствуют едва ощущаемым звукам и при частоте 1000 Гц равны $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². Звуки, относящиеся к порогу слышимости, воспринимают только люди

с весьма острым слухом, примерно 1 % от числа испытуемых. У 50 % людей кривая порога слышимости лежит на 15 дБ выше условно принятой кривой.

Максимальные значения (порог болевого ощущения) соответствуют звукам, которые вызывают в органах слуха болевые ощущения и при частоте 1000 Гц равны $P_6 = 2 \cdot 10^2$ Па, $I_6 = 10^2$ Вт/м².

Таким образом, величины звукового давления и интенсивность звука, которые различает человек, могут меняться в широком диапазоне: по давлению до 10⁷ раз, по интенсивности до 10¹⁴ раз. Естественно, что оперировать такими цифрами неудобно. Кроме того, по закону Вебера-Фехнера раздражающее действие шума на человека пропорционально не квадрату звукового давления, а логарифму от него.

Поэтому были введены логарифмические величины – уровни звукового давления и интенсивности, измеряемые в децибелах (дБ):

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (5.3)$$

где I_0 и P_0 – интенсивность звука и звуковое давление, соответствующие порогу слышимости на частоте 1000 Гц.

Слуховой аппарат человека обладает неодинаковой чувствительностью к звукам различной частоты: наибольшей чувствительностью на средних и высоких частотах (800...4000 Гц) и наименьшей – на низких (20...100 Гц). Одинаковые по интенсивности, но разные по частоте звуки воспринимаются как звуки разной громкости. Поэтому для физиологической оценки шума используются кривые равной громкости, позволяющие судить о том, какой звук субъективно сильнее или слабее, и вводится понятие уровня громкости звука, единицей измерения которого является фон. На частоте 1000 Гц уровни громкости приняты равными уровням звукового давления, следовательно, 1 фон – уровень громкости звука, для которого уровень звукового давления равногромкого звука на этой частоте равен 1 дБ.

При измерении шума, для того чтобы приблизить результаты объективных измерений к субъективному восприятию, используют скорректированный уровень звукового давления (уровень

интенсивности). Коррекция заключается в том, что вводятся зависящие от частоты звука поправки к уровню соответствующей величины (путем коррекции частотной характеристики шумомера). Эти поправки стандартизованы в международном масштабе.

Наиболее употребительна коррекция A . Корректированный уровень звукового давления $L_a = L - \Delta L_A$ называется **уровнем звука** и измеряется в дБА.

Постоянный шум может быть разложен на тональные (гармонические, синусоидальные) составляющие с указанием интенсивности и частоты каждого тона (разложение в ряд Фурье).

Зависимость уровня тональных составляющих от частоты называется **частотным спектром шума**. Всякий производственный шум имеет свой характерный для него спектр. Изучение спектра шума позволяет обнаружить неисправности в работе машин, выделить доминирующие источники шума, производить рациональный выбор средств защиты от шума (эффективность работы различных средств зависит от спектрального состава шума).

Спектры получают, используя анализаторы шума – набор полосовых электрических фильтров. Для анализа и нормирования шума наибольшее распространение получили фильтры с постоянной относительной полосой пропускания, в частности, октавные полосовые фильтры, в которых верхняя граничная частота в два раза больше нижней $f_2/f_1 = 2$.

Любой источник шума (машина) описывается рядом шумовых характеристик, установлены методы их определения.

При проектировании новых предприятий и цехов нужно знать ожидаемые уровни шума в расчетных точках (на рабочих местах).

Определение уровня звукового давления в расчетной точке по шумовым характеристикам источника шума и необходимого его снижения являются задачами акустического расчета.

Для защиты человека от негативных шумовых воздействий разработаны методы и средства коллективной и индивидуальной защиты (рис. 5.3).

Все многообразие средств и способов борьбы с шумом сводятся к следующему:

- необходимо максимально снизить уровень шума в источнике с помощью организационно-технических и акустических средств;
- если это не удастся, то применяют меры по уменьшению шума на пути его распространения с помощью акустических и архитектурно-планировочных мероприятий;
- в случае, когда вышеперечисленные меры не оказались эффективными, проводят защиту объекта, применяя коллективные и индивидуальные акустические средства защиты и организационные мероприятия (нормирование времени пребывания в зоне шума, контроль за дозой шума и т. д.).

Мероприятия по снижению шума в источнике являются первоочередными и выбираются в зависимости от его происхождения.

Следующий способ борьбы с шумом связан с уменьшением звуковой мощности по пути распространения шума – звукоизоляция. Практически это достигается использованием звукоизолирующих ограждений, кабин и пультов управления, звукоизолирующих кожухов и акустических экранов.

К *звукоизолирующим ограждениям* относятся стены, перегородки, перекрытия, остекленные проёмы, окна, двери.

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций зданий являются:

- индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w , дБ;
- индексы приведенного уровня ударного шума, L_{nw} , дБ, (для перекрытий).

Индекс изоляции воздушного шума какой-либо конструкцией с известной частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путём сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

В целом звукоизолирующая способность конструкции тем выше, чем больше её поверхностная плотность, т. е. чем тяжелее материал, из которого изготовлена конструкция, тем выше

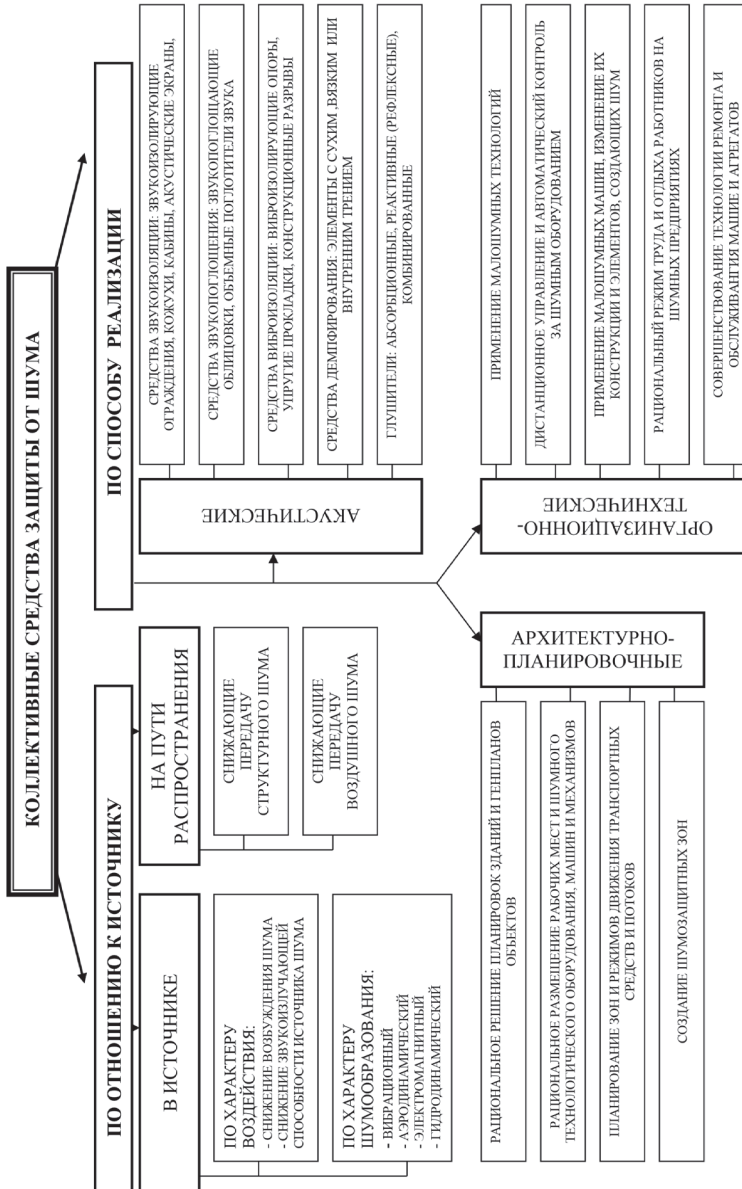


Рис. 5.3. Классификация коллективных средств защиты от шума (ГОСТ 12.1.029-80*)

её эффективность. Как правило, в качестве звукоизолирующих материалов используют бетон, железобетон, кирпич, керамические блоки, стекло и т. д.

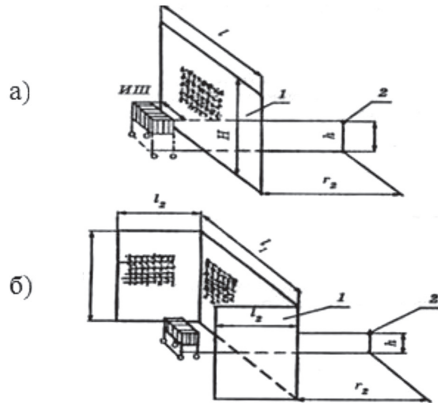
Применение звукоизолирующих кожухов является эффективным, простым и дешевым способом защиты персонала от шума на рабочих местах. Под акустическим эффектом установки звукоизолирующего кожуха понимается снижение уровня звуковой мощности шума, излучаемого источником в пространство. Конструктивно кожухи выполняются съёмными, раздвижными или капотного типа, сплошными герметичными или со смотровыми окнами или технологическими отверстиями. Изготавливаются они из листовых несгораемых или трудносгораемых материалов (сталь, дюралюминий и др.). Внутренние поверхности стенок кожухов должны быть облицованы звукопоглощающим материалом, а сам кожух изолирован от вибрации основания. Если в нем предусмотрены технологические отверстия, то они снабжаются глушителями шума.

Звукоизолирующие кабины используют для размещения в них пультов дистанционного управления или рабочих мест в шумных помещениях. Используя такие кабины, можно обеспечить практически любое требуемое снижение шума. Обычно их изготавливают из кирпича, бетона и подобных материалов или сборными из металлических панелей, которые устанавливают на резиновые виброизоляторы. Стёкла кабины делают минимально возможных размеров, а в качестве прозрачного материала используют толстые зеркальные стекла или пластины из плексиглаза с герметизацией по периметру резиновыми прокладками. При необходимости обеспечения высокой звукоизоляции окна и двери делают двойными с использованием звукопоглощающей прокладки.

Акустические экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочими местами персонала (не связанного непосредственно с обслуживанием данного источника), применяют для защиты рабочих мест от прямого звука. Применение экранов в помещении оправдано только в том случае, когда уровни звукового давления в расчетной точке, создаваемого прямым звуком от

экранируемого источника, значительно выше уровней отраженного звука в этой точке, а на территории не менее чем на 10 дБ выше уровней, создаваемых другими источниками шума. Необходимо отметить, что в акустически не обработанных помещениях применение экранов тоже будет малоэффективно. Поэтому они должны применяться в сочетании с акустической обработкой потолка и облицовки той части помещения, где находится экран. Для облицовки могут быть использованы звукопоглощающие материалы: минераловатные плиты, маты из супертонкого стекловолокна или базальтового волокна толщиной 30 – 50 мм.

Чаще всего применяют экраны плоской и П-образной формы из твердых листов толщиной 1,5 – 2 мм с обязательной облицовкой звукопоглощающим материалом поверхности, обращенной к источнику шума. Разновидностью акустического экрана является выгородка (рис. 5.4). Она представляет собой экран, окружающий источник шума со всех сторон. Выгородки целесообразно применять для источника (источников) шума, уровни звуковой мощности которого на 15 дБ и более выше, чем у остальных источников шума. Акустические экраны могут быть стационарными и передвижными. В последнем случае зазор между полом и экраном должен быть минимален. Эффективность экранирования зависит от соотношения геометрических размеров экрана с длиной волны звука, поэтому применяют их для снижения средне- и высокочастотного шума.



в)

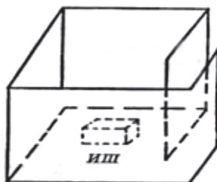


Рис. 5.4. Формы акустических экранов

Эффективность акустического экрана рассчитывается по формуле

$$L = 10 \cdot \lg N - 10 \cdot \lg n, \quad (5.4)$$

где n – число ребер экрана; N – число Френеля, определяемое по формуле

$$N = \frac{2\delta}{Z}, \quad (5.5)$$

где δ – разность длин путей прохождения звукового луча, м

$$\delta = (a + b) - c; \quad (5.6)$$

$$a = \sqrt{(a'')^2 + (H_{\text{экp}} - H_{\text{шш}})^2}; \quad (5.7)$$

$$b = \sqrt{(b'')^2 + (H_{\text{экp}} - H_{\text{рп}})^2}; \quad (5.8)$$

$$c = \sqrt{(a'' + b'')^2 + (H_{\text{рп}} - H_{\text{шш}})^2}, \quad (5.9)$$

где a – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и верхней кромкой экрана, м; a'' – длина проекции расстояния a , м; b – кратчайшее расстояние между расчетной точкой и верхней кромкой экрана, м; b'' – длина проекции расстояния b , м; c – кратчайшее расстояние между геометрическим центром источника шума и расчетной точкой, м; $H_{\text{экp}}$ – отметка уровня верхней кромки экрана, м; $H_{\text{шш}}$ – уровень акустического центра источника шума, м; $H_{\text{рп}}$ – уровень акустического расчетной точки, м.

Длина звуковой волны определяется по формуле

$$Z = \frac{\lambda}{f}, \quad (5.10)$$

где f – частота звука, Гц; λ – скорость распространения звука, м/с.

Оборудование и материалы

Состав учебно-лабораторного оборудования «Исследование способов защиты от производственного шума» представлен на рис. 5.5.

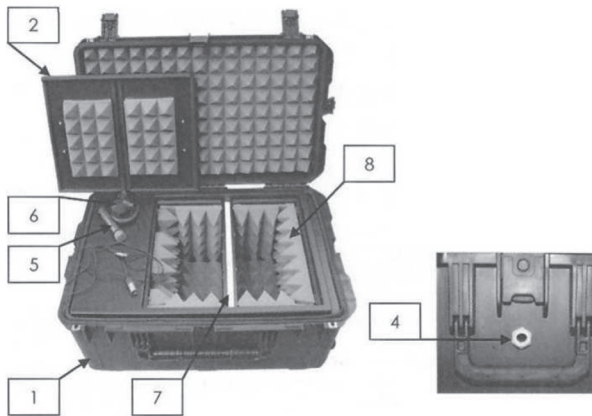


Рис. 5.5 – Конструкция оборудования: 1 – кейс; 2 – люк; 3 – блок управления; 4 – технологическое отверстие; 5 – микрофон; 6 – наушник противошумный; 7 – перегородка; 8 – звукопоглощающие плиты

Оборудование представляет собой модель производственного помещения, представляющую собой звуковую камеру, внутри которой по периметру установлены сменные звукопоглощающие плиты (поз. 8). В зависимости от исследования применяют звукопоглощающие плиты различного рельефа.

Внутреннее пространство звуковой камеры спроектировано следующим образом: примерно посередине расположены направляющие для фиксации звукоизолирующих перегородок (поз. 7) с различными звукоизоляционными свойствами двух видов: из пенопласта и пробки.

С правой стороны звуковой камеры расположено технологическое отверстие (поз. 4) для ввода микрофона (поз. 5) во внутрь камеры с внешней стороны и установки индивидуальных средств защиты от шума (противошумных наушников (поз. 6)) с внутренней стороны камеры.

Звуковая камера встроена в кейс (поз. 1), являющийся внешним кожухом, служащим для удобства транспортировки и обеспечения дополнительной звукоизоляции.

На боковой панели кейса расположен блок управления (поз. 3) со встроенным усилителем с акустической системой. Перечень и назначение органов блока управления:

- выключатель питания служит для включения/отключения усилителя;
- разъем «~220 В» служит для подключения сетевого кабеля;
- разъем «ВХОД» типа XLR служит для подключения входа усилителя к выходу звуковой карты компьютера;
- потенциометр «УРОВЕНЬ» позволяет регулировать уровень входного сигнала усилителя;
- потенциометр «УРОВЕНЬ Н.Ч.» позволяет задавать необходимый уровень низких частот в спектре сигнала усилителя.

Звуковая камера сверху закрывается люком (поз. 2) со сменными звукопоглощающими плитами.

Питание установки осуществляется от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками 220 В и частотой питающей сети 50 Гц.

Измерения проводятся с помощью анализатора шума «Ассистент» и микрофона (рис. 5.6).

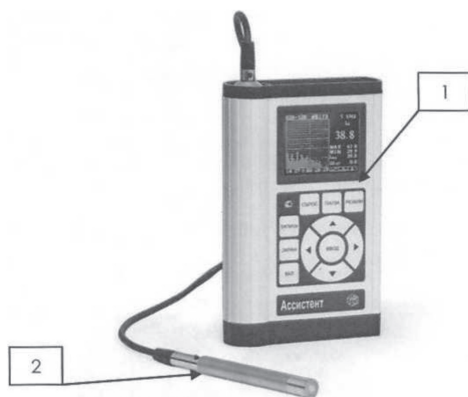


Рис. 5.6. Общий вид прибора: 1 – анализатор шума; 2 – микрофон

Анализатор шума и микрофон предназначен для измерения уровня шума различных диапазонов (инфразвук, ультразвук и т. д.) и вибрации.

Прибор представляет собой малогабаритное устройство с автономным питанием. Устройство в верхней части имеет разъем для подключения к микрофону посредством кабеля. На передней панели прибора расположены основные элементы управления.

Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие настоящий паспорт, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.
- Перед началом эксплуатации оборудования необходимо убедиться, что оборудование находится в выключенном состоянии.
- При обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегретой изоляции, немедленно обесточьте оборудование.
- Запрещается эксплуатировать неисправное оборудование.
- Запрещается использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Запрещается вскрывать изделие.
- Запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.
- После хранения оборудования в холодном помещении или после перевозки в зимних условиях включать его в сеть можно не раньше, чем через 6 часов пребывания при комнатной температуре в распакованном виде.
- При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

- Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
- Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия при работе запрещается использовать внешние источники питания.
- Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.
- Не оставляйте оборудование включенным без присмотра.
- Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Во избежание поломок оборудования не прикладывайте чрезмерных усилий при манипуляциях с органами управления.

Задания

1. Получить у преподавателя вариант задания, содержащий характеристику производственного шума.
2. Изучить теоретический материал и конструкцию лабораторной установки.
3. Подключить установку к сети разъем «220 В».
4. Вставить измерительный микрофон в технологическое отверстие 4. Подключить измерительный микрофон к анализатору шума посредством кабеля.
5. При помощи кабеля подключить вход усилителя (разъем «ВХОД») к выходу аудиокарты ПК.
6. Перед началом измерений необходимо извлечь из установки звукопоглощающие и звукоотражающие материалы.
7. Провести измерения:
 - 7.1. Включить ПК и запустить программу «Виртуальный генератор звуковых частот».
 - 7.2. На экране измерителя «Ассистент» отобразятся измеряемые параметры (рис. 5.7).

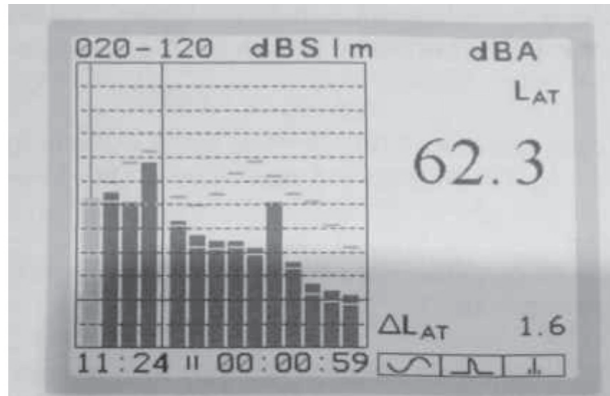


Рис. 5.7. Внешний вид панели измерения

Левая часть гистограммы до разделительной линии – графическое представление уровней звука с частотной характеристикой A и разными временными характеристиками: эквивалентный уровень звука, L_{AT} ; уровень звука с временной характеристикой «медленно», L_{AS} ; уровень звука с временной характеристикой «быстро», L_{AF} ; уровень звука с временной характеристикой «импульс», L_{AI} . Правая часть гистограммы – графическое представление УЗД в октавных полосах 31,5 Гц – 16 кГц. Для просмотра по гистограмме используются кнопка ►. Кнопкой «ЭКРАН» можно переключить индикатор между графическим и табличным представлением результатов измерений. Полученные данные занести в таблицу 5.1.

- 7.3. Установить звукоизолирующую перегородку из пенопласта.
- 7.4. Измерить уровни звукового давления L , дБ на всех среднегеометрических частотах октавных полос. Полученные данные занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Результаты измерения

Вариант защиты	L_r	L_s	L_p	L_t	УЗД на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Без АЭ													
С АЭ № 1													
$\Delta L_{расч1} = L - L_{АЭ1}$													
С АЭ № 2													
$\Delta L_{расч2} = L - L_{АЭ2}$													

- 7.5. Установить звукоизолирующую перегородку из пробки. Повторить измерения. Результаты записать в таблицу 5.1.
8. Сравнить уровни звукового давления до и после постановки преграды с нормативными уровнями по ГОСТ 12.1.003-2014 (Приложение Б).
9. Построить график зависимости параметров L , дБ, $L_{АЭ1}$, $L_{АЭ2}$ от частоты f Гц. Сравнить и сделать выводы.
10. Оценить влияние звукоизолирующих экранов на изменение характера шума.

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Результаты измерений и расчетов, отражающие выполнение заданий.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие колебания называют акустическими?
2. Какими параметрами характеризуются акустические колебания?
3. Что такое звуковое давление? Назовите единицу измерения звукового давления.

4. Что такое интенсивность звука? Назовите единицу измерения интенсивности звука.
5. По каким признакам можно классифицировать шум?
6. Как классифицируется шум по происхождению? Приведите примеры.
7. Какой шум считается постоянным? Какой непостоянным?
8. Для чего введены логарифмические уровни звукового давления и интенсивности звука? Приведите расчетные формулы.
9. Каким образом нормируется звук?
10. Какие средства защиты от шума относятся к акустическим, архитектурно-планировочным и организационно-техническим?
11. Что такое звукоизоляция? Какие технические средства применяются для звукоизоляции?
12. Поясните недостатки звукоизоляции.
13. Каким образом оценивается эффективность звукоизоляции?
14. Какова последовательность акустического расчета? Для чего он применяется?

Литература: 1, 5, 12.

6. Исследование эффективности применения звукопоглощающих облицовок

Цель работы: освоить навыки экспериментального исследования звукопоглощающих облицовок.

Формируемые компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций: ПК-5; ПК-15.

Теоретическая часть

В производственных помещениях уровень звука существенно повышается из-за отражения шума от строительных конструкций и оборудования. Поэтому для снижения уровня отражённого звука применяют специальную акустическую обработку помещения с помощью звукопоглощающих облицовок и штучных звукопоглотителей (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Виды средств звукопоглощения

Звукопоглощающие конструкции должны применяться в качестве обязательных мероприятий по снижению шума. Звукопоглощающие конструкции (подвесные потолки, облицовка стен, кулисные и штучные поглотители) размещают:

- на потолке;
- на верхних частях стен;

- отдельными участками – полосами;
- в углах помещения при частоте ниже 250 Гц.

Требуемую площадь звукопоглощающих облицовок определяют расчетным путем. Необходимо помнить, что в зоне прямого звука эти конструкции практически не дают снижения уровней шума, в промежуточной зоне их эффективность не превышает 3–5 дБ, а в зоне отраженного звука 8 – 10 дБ.

Как следует из названия этих материалов, они не отражают шум, а поглощают его. При этом колебательная энергия звуковой волны переходит в тепловую вследствие потерь на трение в звукопоглотителе. Количественной характеристикой звукопоглощающих материалов является коэффициент звукопоглощения, который определяется выражением:

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}} = E_{\text{пад}} - \frac{E_{\text{отр}}}{E_{\text{пад}}}, \quad (6.1)$$

где $E_{\text{пад}}$, $E_{\text{погл}}$, $E_{\text{отр}}$ – соответственно падающая, поглощенная и отраженная звуковая энергия. Звукопоглощающими материалами называют те, у которых $\alpha > 0,2$.

Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты падающих звуковых волн и от угла их падения. При использовании звукопоглощающих облицовок важен так называемый диффузный коэффициент звукопоглощения, усредненный по разнообразным углам падения звуковых волн. Обычно указывается диффузный коэффициент звукопоглощения для частот 60, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, иногда строят частотные зависимости коэффициента звукопоглощения.

Таблица 6.1

Примеры звукопоглощающих материалов и конструкций

Звукопоглощающий материал или поверхность	Толщина, мм	Значение α в октавных полосах частот							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плиты ПАО минераловатные, акустические	20	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
Сталь	-	0,01							
Маты из супертонкого базальтового волокна	50	0,1	0,25	0,7	0,98	1,0	1,0	1,0	0,95

Звукопоглощающий материал или поверхность	Толщина, мм	Значение α в октавных полосах частот							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Маты из отходов капронового волокна	50	0,02	0,15	0,46	0,82	0,92	0,93	0,93	0,93
Войлок строительный	25	0,05	0,15	0,22	0,54	0,63	0,57	0,52	0,45
Стеклопластик	-	0,01	0,01	0,12	0,014	0,015	0,016	0,017	0,016

Для снижения аэродинамического шума эффективно применение глушителей в каналах и воздуховодах на пути распространения шума от его источника до места всасывания или выброса газов. Глушители подразделяются на:

- абсорбционные – снижение шума происходит за счёт поглощения звуковой энергии порами звукопоглощающих материалов внутри глушителя;
- реактивными (рефлексными) – снижение шума происходит в результате отражения звука обратно к источнику;
- комбинированные – за счет способности как отражать, так и поглощать звук.

Выбор типа глушителей зависит от конструкции заглушаемой установки и требуемого снижения шума.

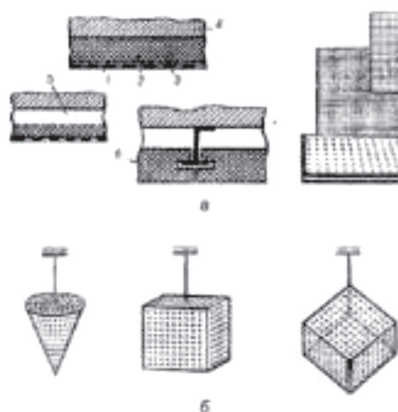


Рис. 6.2. Акустическая обработка помещений:

- а) звукопоглощающая облицовка помещений: 1 – защитный перфорированный слой; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – защитная стеклоткань; 4 – стена или потолок; 5 – воздушный промежуток;
- б) звукопоглотители различных конструкций

Использование звукопоглощения для снижения шума в помещении именуется акустической обработкой помещения. С этой целью применяют:

- облицовку части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающими материалами (рис. 6.2 а);
- размещение в помещении штучных звукопоглотителей различных конструкций, подвешиваемых на потолочные перекрытия (рис. 6.2 б).

Эффективность акустической обработки помещений невелика, поэтому ее следует сочетать с другими мерами по защите от шума.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы применяется оборудование, описанное в лабораторной работе 5.

Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие настоящий паспорт, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.
- Перед началом эксплуатации оборудования необходимо убедиться, что оборудование находится в выключенном состоянии.
- При обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегретой изоляции, немедленно обесточьте оборудование.
- Запрещается эксплуатировать неисправное оборудование.
- Запрещается использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Запрещается вскрывать изделие.
- Запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.

- После хранения оборудования в холодном помещении или после перевозки в зимних условиях включать его в сеть можно не раньше, чем через 6 часов пребывания при комнатной температуре в распакованном виде.
- При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
- Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
- Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия при работе запрещается использовать внешние источники питания.
- Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.
- Не оставляйте оборудование включенным без присмотра.
- Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Во избежание поломок оборудования не прикладывайте чрезмерных усилий при манипуляциях с органами управления.

Задания

1. Получить у преподавателя вариант задания, содержащий характеристику производственного шума.
2. Изучить теоретический материал и конструкцию лабораторной установки.
3. Подключить установку к сети разъем «220 В».
4. Вставить измерительный микрофон в технологическое отверстие 4. Подключить измерительный микрофон к анализатору шума посредством кабеля.
5. При помощи кабеля подключить вход усилителя (разъем «ВХОД») к выходу аудиокарты ПК.
6. Перед началом измерений необходимо извлечь из установки звукопоглощающие и звукоотражающие материалы.

7. Провести измерения:
 - 7.1. Включить ПК и запустить программу «Виртуальный генератор звуковых частот».
 - 7.2. На экране измерителя «Ассистент» отобразятся измеряемые параметры (см. рис. 5.7).

Левая часть гистограммы до разделительной линии – графическое представление уровней звука с частотной характеристикой A и разными временными характеристиками: эквивалентный уровень звука, L_{AT} ; уровень звука с временной характеристикой «медленно», L_{AS} ; уровень звука с временной характеристикой «быстро», L_{AF} ; уровень звука с временной характеристикой «импульс», L_{AI} . Правая часть гистограммы – графическое представление УЗД в октавных полосах 31,5 Гц – 16 кГц. Для просмотра по гистограмме используются кнопка ►. Кнопкой «ЭКРАН» можно переключить индикатор между графическим и табличным представлением результатов измерений. Полученные данные занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Результаты измерения

Вариант защиты	L_T	L_S	L_F	L_I	УЗД на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Без облицовки													
С облицовкой													
$\Delta L_{расч} = L - L_0$													

- 7.3. Установить поролоновые облицовки по всему объему установки.
 - 7.4. Измерить уровни звукового давления L , дБ на всех среднегеометрических частотах октавных полос. Полученные данные занести в таблицу 6.2.
 - 7.5. Установить звукопоглощающую облицовку. Повторить измерения. Результаты записать в таблицу 6.2.
8. Сравнить уровни звукового давления до и после постановки облицовок (Приложение Б).

9. Построить график зависимости параметров L , дБ, L_0 от частоты f Гц. Сравнить и сделать выводы.
10. Оценить влияние звукопоглощающей облицовки.

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Результаты измерений и расчетов, отражающие выполнение заданий.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем проявляется негативное воздействие шума на организм человека?
2. Дайте определение инфразвука. Охарактеризуйте источники.
3. Каким образом инфразвук воздействует на организм человека?
4. Дайте определение ультразвука. Охарактеризуйте источники.
5. Каким образом нормируется ультразвук?
6. Каким образом нормируется инфразвук?
7. Каким образом ультразвук воздействует на организм человека?
8. Поясните особенности распространения ультразвука.
9. Перечислите коллективные средства защиты от шума, используемые в источнике шума и на пути его распространения
10. Поясните сущность мероприятий по изменению направленности звука. Приведите примеры.
11. Что такое звукопоглощение? Какие технические средства применяются для звукопоглощения?
12. Поясните области и особенности применения средств звукопоглощения.
13. Какие материалы применяются в качестве звукопоглощающих.
14. Какими индивидуальными средствами защиты от шума может воспользоваться оператор?

Литература: 1, 5, 12.

7. Исследование ультрафиолетового излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его

Цель работы: изучить основные принципы нормирования безопасных уровней ультрафиолетового излучения (УФ-излучения); ознакомиться со средствами защиты от УФ-излучения; исследовать способность различных материалов задерживать и поглощать УФ-излучение области УФ-А (315 – 400 нм), УФ-В (280 – 315 нм), УФ-С (200 – 280 нм).

Формирование компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у студентов следующих компетенций: ПК-5; ПК-15; ПК-23.

Теоретическая часть

УФ-излучение – это электромагнитные волны с длиной волны от 0,0136 до 0,4 мкм (таблица 7.1, рис. 7.1). Различают три участка спектра УФ-излучения, имеющих различную биологическую активность. УФ-излучение с длиной волны 0,4...0,315 мкм (А) имеет слабое биологическое воздействие. УФ-лучи в диапазоне 0,3154...0,28 мкм (В) оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием. УФ-излучение с длиной волны 0,28...0,2 мкм (С) обладает бактерицидным действием.

Таблица 7.1

Характеристика ультрафиолетового излучения

Наименование	Длина волны в нм
Ближний	400 – 300 нм
Ультрафиолет А, длинноволновый диапазон	400 – 315 нм
Средний	300 – 200 нм
Ультрафиолет В, средневолновый диапазон	315 – 280 нм
Дальний	200 – 122 нм
Ультрафиолет С, коротковолновый диапазон	280 – 200 нм
Экстремальный	121 – 10 нм

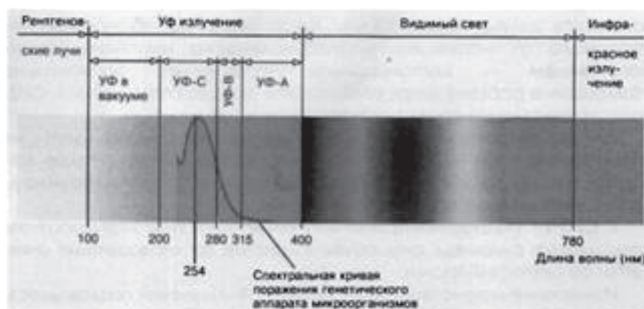


Рис. 7.1. Шкала электромагнитных волн

Основным естественным источником УФ-излучения является Солнце. Из всего спектра УФ-излучение Солнца только небольшая часть достигает земной поверхности. Остальная часть всего ультрафиолетового спектра, в особенности коротковолновая, поглощается атмосферой, что оказывает сильное влияние на атмосферные процессы. Основными поглотителями УФ является озон (высоты 20 – 40 км), кислород, азот, водород и другие компоненты атмосферы (высоты 30 – 200 км). Искусственными источниками УФ-излучения являются газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры, ртутные выпрямители, автогенная сварка, плазменная резка и напыление, ртутно-кварцевые лампы, радиолампы и др. Тела начинают генерировать УФ при температуре нагрева выше 1200 °С, интенсивность растет с увеличением температуры.

Почти вся потребность человека в УФ-излучении покрывается за счет естественной радиации Солнца. Однако содержание ультрафиолетовых лучей в солнечном спектре подвержено большим изменениям (сезонные колебания в интенсивности солнечной радиации, широта местности и т. д.). Специалистами рассматриваются следующие широтные зоны:

- 1) зона УФ-дефицита, охватывающая пространство от Крайнего Севера приблизительно до 57,5 °с.ш. (ориентировочно граница зоны УФ-дефицита проходит по широте Ярославля, Челябинска, Омска, Красноярска);
- 2) зона УФ-комфорта, расположенная южнее первой до 42,5 °с.ш. (примерно до широты Сухуми, Тбилиси).

Известно, что УФ-излучение является физическим фактором, воздействие которого на биологические объекты может приводить как к положительным, так и к отрицательным последствиям в зависимости от спектрального состава излучения и от значения экспозиции поверхностной (или объемной) плотности энергии излучения.

Механизм возникновения биологических реакций в ответ на воздействие УФ-излучения сложен, многообразен и складывается из биофизических, гуморальных и нервно-рефлекторных процессов. Реакции организма на УФ-излучение зависят от длины волны излучения.

УФ-излучение области А отличается слабым биологическим действием, вызывающим преимущественно флуоресценцию.

Основное биологическое действие оказывает УФ-излучение области В. Это излучение вызывает основные изменения в коже (загарное и антирахитическое действие), крови, нервной системе, кровообращении и других органах.

УФ-излучение области С отличается большим разрушительным действием на клетку, так как обладает бактерицидным действием, вызывают коагуляцию белков и т. д.

Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучений вызывает кожные заболевания – дерматиты. Пораженный участок имеет отечность, ощущается жжение, зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны следующие симптомы заболеваний: головная боль, тошнота, головокружение, повышенная температура тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и т. д.

УФ-лучи с длиной волны менее 0,32 мкм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое электроофтальмией. Человек уже на начальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и «песок в глазах», ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, а иногда светобоязнью и поражением роговицы. Оно быстро проходит (через 1...2 дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения.

УФ-излучение изменяет состав воздуха рабочей зоны: в нем образуется озон, оксид азота и пероксид водорода, ионизируется воздух.

При нормировании допустимых доз УФ-излучения учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз для предотвращения «ультрафиолетовой недостаточности».

В качестве нормативной величины УФ-излучения в производственных помещениях устанавливаются допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн при условии защиты органов зрения и кожи.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин., длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна превышать:

- $50,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- $0,05 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В;
- $0,001 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-С.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать:

- $10,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- $0,01 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

Допустимая интенсивность УФ-облучения при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук не должна превышать в области 1 Вт/м^2 для областей УФ-В и УФ-С (200...315 нм).

Оценка УФ-облучения производится по величине эритемной дозы. За единицу эритемной дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФ-излучения с длиной волны $0,297 \text{ мкм}$. Для профилактики достаточна приблизительно десятая часть эритемной дозы ($60...90 \text{ мкэрмин/см}^2$).

Измерение интенсивности и спектра УФ-излучений производится с помощью УФ-дозиметров (радиометров).

Основными защитными мерами от УФ-излучения являются: экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), специальная окраска помещений и рациональное размещение рабочих мест. Для своевременного выявления вредного действия ультрафиолетового излучения проводятся медицинские осмотры.

Наиболее рациональными является экранирование (укрытие) источников излучения. В качестве экрана применяют различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность УФ-излучения. Экранирование рабочих мест: рабочие места ограждают ширмами, щитками или устанавливают кабины высотой 1,8...2 м., а стенки их не должны доходить до пола на 25...30 см для улучшения условий проветривания кабин.

Рабочие места должны быть расположены вне зоны действия источника ультрафиолетового излучения, если это допустимо по технологическим условиям. Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФ-излучения.

В качестве СИЗ применяют спецодежду (куртки, брюки), рукавицы, фартуки, щитки со светофильтрами или защитные очки. Одежда изготавливается из тканей, не пропускающих УФ-излучения (лен, хлопчатобумажная, поплин). Защитные очки и щитки укомплектовываются светофильтрами в зависимости от выполняемой работы. Полную защиту от УФ-излучения всех областей обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца).

Для защиты кожи от УФ-излучения применяют мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами (салол, салицилово-метилловый эфир и др.).

Оборудование и материалы

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» предназначен для исследования способности различных материалов поглощать УФ-излу-

чение. Оборудование конструктивно представляет собой стенд настольного моноблочного исполнения с ручным управлением (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения»

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» представляет собой прибор, состоящий из корпуса, на котором размещены:

- 1) УФ радиометр с датчиком;
- 2) контейнер с комплектом светофильтров;
- 3) карман для установки испытуемых светофильтров;
- 4) розетка подключения прибора к сети с предохранителем;
- 5) кнопка включения прибора со световой индикацией;
- 6) внутри корпуса установлена лампа – источник УФ-излучения с пускорегулирующим аппаратом (ПРА);
- 7) к сети 220 В прибор подключается шнуром (входит в комплект поставки).

Комплекту учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» присущи следующие качества:

- 1) универсальность, которая выражается в возможности воспроизведения не только базовых экспериментов, но и более широкого круга задач;

- 2) гибкость, которая обеспечивается возможностью ручной компоновки требуемой конфигурации комплекта соответственно с задачами каждого конкретного эксперимента;
- 3) наглядность результатов работы;
- 4) современный дизайн комплекса с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

Устройство оборудования представлено на рисунке 7.3.

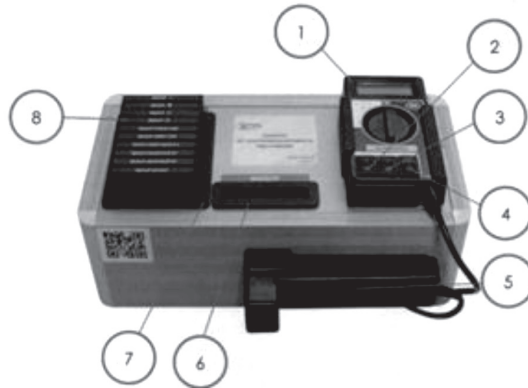


Рис. 7.3. Устройство оборудования

1. УФ радиометр для измерения энергетической освещенности (в мВт/м²) в УФ области спектра.
 2. Переключатель для измерения в области УФ-А (315–400 нм).
 3. Переключатель для измерения в области УФ-В (280–315 нм).
 4. Переключатель для измерения в области УФ-С (200 – 280 нм).
 5. Датчик УФ-излучения.
 6. Карман для установки испытуемого фильтра.
- Внимание!** Прибор рекомендуется включать только при установленном в карман фильтре.
7. Контейнер для размещения комплекта светофильтров.
 8. Комплект светофильтров (10 шт.):
 - красный светофильтр;
 - желтый светофильтр;

- зеленый светофильтр;
- синий светофильтр;
- стекло оконное 5 мм;
- акрил прозрачный 3 мм;
- фильтр брезентовый;
- сварочный фильтр № 3 (степень затемнения, Din = 9);
- сварочный фильтр № 5 (степень затемнения, Din = 11);
- сварочный фильтр № 7 (степень затемнения, Din = 13).

Кнопка питания с индикацией и розетка подключения сетевого шнура представлена на рисунке 7.4.



Рис. 7.4. Устройство оборудования (включение/выключение):

1. Кнопка включения/выключения.
2. Розетка подключения шнура.

Указания по технике безопасности

До начала работы каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

- к работе с комплексом допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, ознакомленные с устройством прибора, его принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующего кабинета образовательного учреждения;

- прибор должен эксплуатироваться в учебном кабинете в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации учебных кабинетов, с нормами расстановки оборудования и условиями работы.

Перед началом работы:

- проверить отсутствие внешних повреждений элементов изделия, тумблеров, переключателей и т. п.;
- убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля;
- использовать только исправные разъемы электропитания. Убедиться, что они имеют плотное соединение. При использовании «тройников» и удлинителей, убедиться в надежности их крепления;
- при включении в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении «выключено».

Во время работы:

- не оставлять без присмотра включенный прибор;
- соблюдать правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергая его механическим ударам, не допускать падения;
- отключать питание по завершении измерений.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220 В и подавать напряжение на схему.
- Извлекать или устанавливать светофильтр при включенном источнике питания.
- Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.
- Включать изделие в электрическую сеть мокрыми и грязными руками.
- Использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Работать с изделием в случае его неисправности.
- Оставлять оборудование включенным без присмотра.
- Оставлять оборудование включенным в режиме ожидания на длительное время (более 3 часов).
- Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

Задания

1. Внимательно изучить руководство по эксплуатации и настоящую методику по работе с прибором.
2. Присоединить прибор через розетку (позиция 2 на рисунке 7.4) сетевым шнуром к источнику напряжения 220 В.
3. Произвести измерение энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А. Результаты измерения занести в таблицу 7.2 с указанием единиц измерения.
4. Установить выбранный фильтр (позиция 8 на рисунке 7.3) в карман для испытаний (позиция 6 на рисунке 7.3).
5. Включить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на рисунке 7.4).

Таблица 7.2

Результаты измерения энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А

Интенсивность ультрафиолетового излучения, мВт/м ²		
УФ-А	УФ-В	УФ-С

6. Включить УФ радиометр (позиция 1 на рисунке 7.4) поворотом рукоятки переключения, установив ее на нужный диапазон.
7. Снять показания радиометра для трех диапазонов УФ-излучения, включая поочередно клавиши (позиции 2, 3, 4 на рисунке 7.3). Рукояткой переключения при необходимости устанавливать требуемый диапазон шкалы.
8. Полученные значения занести в таблицу 7.3.
9. Выключить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на рисунке 7.4).

10. Повторить замеры для всех фильтров комплекта.
11. Занести показания в таблицу 7.3.

Таблица 7.3

**Результаты измерения энергетической освещенности
УФ-излучения с применением фильтров-поглотителей**

№ поглотителя УФ-излучения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность УФ-А, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-В, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-С, мВт/м ²										

12. Определить, какие материалы обеспечивают ослабление интенсивности УФ-излучения ниже ПДУ в диапазоне УФ-А, УФ-В, УФ-С.
13. Выполнить расчет эффективности поглощения УФ-излучения различными материалами по формуле

$$\mathcal{E} = (I_0 - I_n) / I_0 \cdot 100 \%, \quad (7.1)$$

где I_0 – интенсивность УФ-излучения источника без поглотителя, мВт/м²; I_n – интенсивность УФ-излучения после поглотителя, мВт/м².

Результаты расчета занесите в таблицу 7.4.

Таблица 7.4

**Результаты расчета эффективности поглощения
УФ-излучения различными материалами**

№	Наименование поглотителя	Эффективность поглотителя, %		
		УФ-А	УФ-В	УФ-С
1	Красный светофильтр			
2	Желтый светофильтр			
3	Зеленый светофильтр			
4	Синий светофильтр			
5	Стекло оконное 5 мм.			
6	Акрил прозрачный 3 мм.			
7	Фильтр брезентовый			
8	Сварочный фильтр № 3 (степень затемнения, Din = 9)			
9	Сварочный фильтр № 5 (степень затемнения, Din = 11)			
10	Сварочный фильтр № 7 (степень затемнения, Din = 13)			

14. По полученным результатам сравнить способности различных материалов поглощать ультрафиолетовое излучение различных частотных диапазонов.
15. Сформировать отчет.

Содержание отчета и его форма

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы.
4. Результаты измерений и расчетов.
5. Выводы и предложения.

Вопросы

1. Что является источниками ультрафиолетового излучения?
2. Какое действие оказывает УФ области А ($\lambda = 390 \dots 315$ нм)?
3. Какое действие оказывает УФ области В ($\lambda = 315 \dots 280$ нм)?
4. Какое действие оказывает УФ области С ($\lambda = 280 \dots 200$ нм)?
5. В чем проявляется биологическое действие ультрафиолетового излучения?
6. По какому параметру ведется нормирование УФ-излучения?
7. Какие факторы учитываются при нормировании УФ-излучения?
8. Какие меры используются для защиты от УФ-излучения?
9. Дайте определение «электромагнитные поля» (ЭМП) и перечислите их основные характеристики и параметры.
10. Перечислите виды классификаций ЭМП.
11. На какие зоны можно разделить область распространения электромагнитных волн? Какие параметры ЭМП нормируются в этих зонах?
12. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электростатических полей. Каким образом осуществляется их нормирование?

13. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека постоянных магнитных полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
14. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. Каким образом осуществляется их нормирование?
15. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека СВЧ излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
16. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека инфракрасных излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
17. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека ультрафиолетовых излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
18. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека лазерного излучения. Каким образом осуществляется их нормирование?
19. Какие излучения называются «ионизирующими»? Перечислите их.
20. Какие виды действия ИИ на биологические структуры Вы знаете?
21. Какой величиной можно количественно оценить ионизирующую способность ионизирующего излучения?
22. Какой величиной можно оценить биологическое действие непосредственно ионизирующего излучения?
23. Какая величина характеризует ионизирующую способность фотонного излучения?
24. Какой показатель используют при оценке повреждающего эффекта ИИ на организм человека?
25. Опишите первичные и отдаленные реакции организма на действие ИИ.

26. Назовите 3 принципа обеспечения радиационной безопасности.
27. На какие группы делят облучаемое население в соответствии с нормами радиационной безопасности?

Литература: 7, 8, 11, 14.

8. Исследование явлений при стекании тока в землю

Цель работы: изучить закономерность распределения потенциалов вблизи заземлителя при стекании тока в землю, исследовать основные параметры напряжения прикосновения и шага, научиться определять опасные зоны.

Формирование компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у студентов следующих компетенций: ОК-7; ПК-5; ПК-15.

Теоретическая часть

Стеkanie тока в землю происходит только через проводник, находящийся с землей в непосредственном контакте. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным.

В последнем случае проводник или группа соединенных между собой проводников, находящихся в контакте с землей, называется заземлителем.

Причинами стекания тока в землю является замыкание токоведущей части на заземленный корпус электрического оборудования или падение провода на землю, либо использование земли в качестве провода и т. п. Во всех этих случаях происходит резкое снижение потенциала φ_3 , заземленной токоведущей части до значения, равного произведению тока I_3 , стекающего в землю, на сопротивление заземлителя при растекании тока R_3 :

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3. \quad (8.1)$$

Это явление используют как меру защиты от поражения током при случайном появлении напряжения на металлических токоведущих частях, которые с этой целью заземляют. Однако наряду с понижением потенциала заземленной токоведущей части, при стекании тока в землю возникают и отрицательные явления, появляется потенциал на заземлителе и находящихся в контакте с ним металлических частей, а также на поверхности грунта вокруг места стекания тока в землю. Возникающие при этом разницы потенциалов отдельных точек, электрических то-

чек, электрической цепи протекания тока, в том числе точек на поверхности земли, достигают больших значений и представляют опасность для человека.

Значение потенциалов, их разностей и характер изменений, а следовательно, и обусловленная ими опасность поражения человека током зависят от многих факторов:

- значения тока, стекающего в землю;
- конфигурации, размеров, числа и взаимного расположения электродов;
- удельного сопротивления грунта и др.

Воздействуя на некоторые из перечисленных факторов, можно снизить разность потенциалов, действующих на человека, до безопасных значений.

Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов)

Заземлитель с полусферическим электродом – заземлитель со сферическим электродом, заглубленный так, что его центр находится на уровне земли (рис. 8.1).

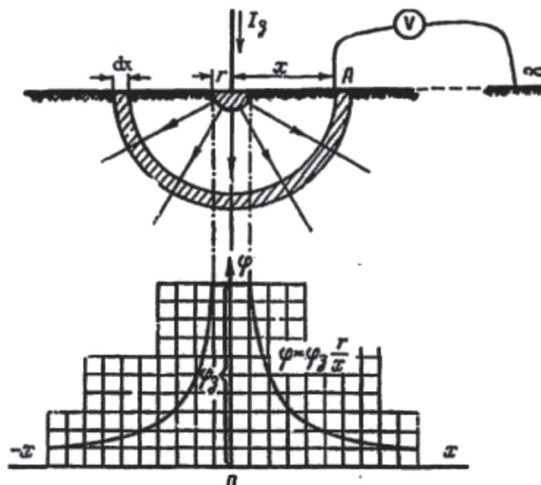


Рис. 8.1. Распределение потенциала на поверхности земли вокруг заземлителя с полусферическим электродом

Для такого заземлителя уравнение потенциальной кривой на поверхности земли будет равно

$$\varphi_3 = \frac{I_3}{2\pi x}. \quad (8.2)$$

Потенциал заземлителя φ_3 будет при x , равном радиусу заземлителя r , т. е.

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi r}. \quad (8.3)$$

Разделив (8.2) на (8.3), получим

$$\varphi = \varphi_3 r \frac{I}{x}. \quad (8.4)$$

Заземлитель с вертикальным трубчатым электродом

Рассмотрим заземлитель с вертикальным трубчатым электродом длиной l и диаметром d , погруженный в землю так, чтобы его верхний конец был на уровне земли (рис. 8.2).

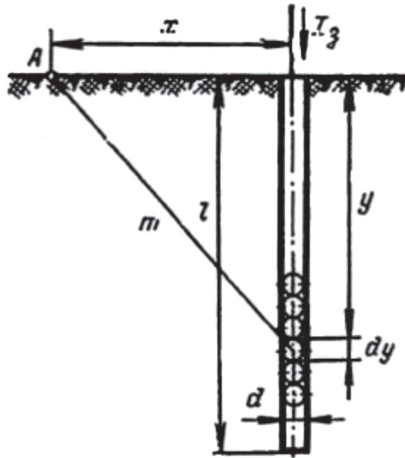


Рис. 8.2. Определение уравнения потенциальной кривой заземлителя с вертикальным трубчатым электродом

С заземлителя стекает ток I_3 . Найдем выражение для расчета потенциала точек на поверхности земли и потенциала заземлителя.

Разбиваем заземлитель по длине на бесконечно малые участки каждый длиной dy и диаметром d .

С каждого такого участка в землю стекает ток, который обуславливает возникновение элементарного потенциала $d\varphi$ в некоторой точке земли

$$dI_3 = \frac{I_3}{l} dy. \quad (8.5)$$

Рассмотрим точку А на поверхности земли, стоящую от оси заземлителя на расстоянии x .

Потенциал этой точки будет равен:

$$d\varphi = \frac{dI_3 \rho}{2\pi} \cdot \frac{1}{m}. \quad (8.6)$$

Учитывая, что $m = \sqrt{x^2 + y^2}$, и заменяя dI_3 его значением из формулы (8.6), получаем:

$$d\varphi = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \cdot \frac{dy}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad (8.7)$$

Проинтегрировав это уравнение по всей длине заземлителя (от 0 до l), получим искомое уравнение для потенциала точки А, т. е. уравнение потенциальной кривой

$$d\varphi = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \int_0^l \frac{dy}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{x^2 + l^2} + l}{x}. \quad (8.8)$$

Потенциал заземлителя φ_3 будет, при $x = 0,5d$, т. е.

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{(0,5d)^2 + l^2} + l}{0,5d} \quad (8.9)$$

Здесь $0,5d \ll l$, следовательно, первым слагаемым под корнем можно пренебречь. Тогда это уравнение примет вид:

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \quad (8.10)$$

На рисунке 8.3 показана потенциальная кривая заземлителя с вертикальным трубчатым электродом с отношением размеров $l : d = 50$.

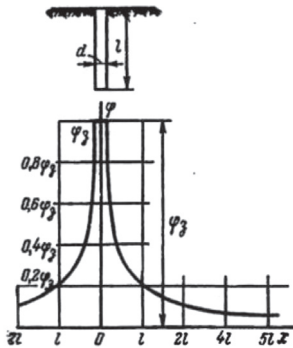


Рис. 8.3. Распределение потенциала на поверхности земли вокруг заземлителя с вертикальным трубчатым электродом с размерами $l : d = 50$ ($l = 2,5$; $d = 0,005$)

Заземлитель с протяженным трубчатым электродом на поверхности

У этого вида заземлителя, находящегося на поверхности земли и заглубленного так, что его продольная ось совпадает с поверхностью земли, изменения потенциальной кривой различны в различных направлениях (рис. 8.4).

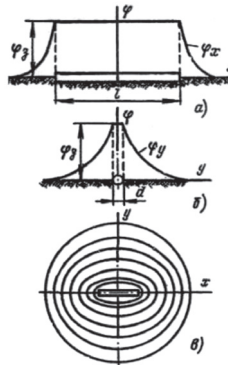


Рис. 8.4 – Распределение потенциала на поверхности земли вокруг заземлителя с протяженным трубчатым электродом: а) потенциальная кривая вдоль оси заземлителя; б) потенциальная кривая в плоскости, перпендикулярной оси заземлителя и пересекающей его в середине; в) эквипотенциальные кривые на поверхности земли вокруг протяженного заземлителя

Наиболее резко потенциал падает вдоль оси заземлителя, а наиболее плавно – поперек оси по линии, проведенной через его середину.

Уравнение потенциальных кривых этого заземлителя имеют следующий вид:

а) вдоль оси заземлителя (по оси x):

$$\varphi_x = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{l^2 + d^2} + 2x}{\sqrt{l^2 + d^2} + 2x - 2l}. \quad (8.11)$$

где l и d – длина и диаметр сечения заземлителя.

б) поперек оси заземлителя (по оси y),

$$\varphi_y = \frac{I_3 \rho}{\pi l} \ln \frac{\sqrt{l^2 + 4y^2} + l}{2y} \quad (8.12)$$

Потенциал заземлителя будет при наименьшем значении x , т. е. при $x = 0,5l$, если φ_3 вычисляется из (8.11), или при наименьшем значении y , т. е. при $y = 0,5d$, если φ_3 вычисляется из (8.12), т. е.

$$\varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d} \quad (8.13)$$

Эквипотенциальные линии на поверхности земли вокруг протяженного заземлителя приближаются по форме к эллипсам; на большом расстоянии от заземлителя они переходят в окружности (рис. 8.4 в).

Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя

(для двух видов заземлителей и трех типов грунта)

Напряжение прикосновения для человека, касающегося заземленного корпуса электрооборудования и стоящего на земле (случай 3 на рисунке 8.5), определяется отрезком АВ и зависит от формы потенциальной кривой и расстояния x между человеком и заземлителем (чем дальше от заземлителя находится человек, тем больше U_{np} , и наоборот). Так, при наибольшем расстоянии, т. е. при $x \rightarrow \infty$ практически при $x > 20$ м (случай 1 на рисунке 8.5), напряжение прикосновения имеет наибольшее значение: $U_{np} = \varphi_3$; при этом коэффициент прикосновения $a_1 = 1$. Это наиболее опасный случай прикосновения.

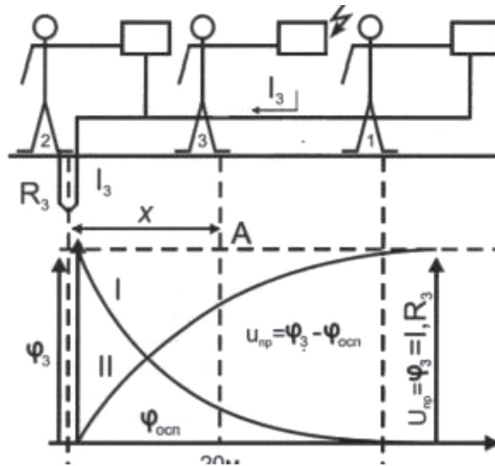


Рис. 8.5. Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе:

I – потенциальная кривая;

II – кривая, характеризующая изменение U_{np} при изменении x

При наименьшем значении x , т. е. когда человек стоит непосредственно на заземлителе (случай 2 на рисунке 8.5), $U_{np} = 0$ и $a_1 = 0$. Это безопасный случай, так как человек не подвергается воздействию напряжения, хотя он и находится под потенциалом заземлителя φ_3 .

При других значениях x в пределах 0 – 20 м (случай 3 на рисунке 8.5) U_{np} плавно возрастает от 0 до φ_3 ; a_1 – от 0 до 1. В практике устройства защитных заземлений необходимо знать максимальные напряжения прикосновения.

Для примера проанализируем изменение U_{np} и a_1 при одиночном полусферическом заземлителе радиусом r . В этом случае потенциал любой точки на поверхности земли вокруг заземлителя описывается уравнением $\varphi = r \cdot \varphi_3 / x$, поэтому

$$\dot{U}_{np} = \varphi_3 - \frac{\varphi_3 r}{x} = \varphi_3 \left(\varphi_3 - \frac{r}{x} \right) \quad (8.14)$$

а коэффициент прикосновения

$$a_1 = 1 - \frac{r}{x} \quad (8.15)$$

При $x \rightarrow \infty$, а практически при $x > 20$ м (случай 1 на рисунке 8.5) $r/x = 0$. Напряжение прикосновения и коэффициент прикосновения будут иметь максимальные значения: $U_{npmax} = \varphi_3$.

При $x = r$ (случай 2 на рисунке 8.5) $r/x = 1$, поэтому $U_{np} = 0$ и $a_1 = 0$.

При промежуточных значениях x от r до 20 м U_{np} и a_1 определяются из выражения (8.14).

При заземлителе с вертикальным трубчатым электродом выражение для расчета U_{np} и a_1 можно получить, вычитая уравнение потенциала некоторой точки основания из уравнения потенциала заземлителя:

$$U_{np} = \varphi_3 - \varphi_{осн} = \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} - \frac{I_3 \rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{x^2 + l^2} + 1}{x} =$$

$$= \varphi_3 \left(1 - \frac{\ln \frac{\sqrt{x^2 + l^2} + 1}{x}}{\ln \frac{4l}{d}} \right) ; \quad (8.16)$$

$$a_1 = 1 - \frac{\ln \frac{\sqrt{x^2 + l^2} + 1}{x}}{\ln \frac{4l}{d}} \quad (8.17)$$

Максимальные U_{np} и a_1 будут при $x = \infty$.

Снятие зависимости шагового напряжения от расстояния до заземлителя

(для двух видов заземлителей и трех типов грунта)

Шаговое напряжение возникает между ногами человека вследствие неравномерного распределения потенциала заземлителя по земле (рис. 8.6). Точка касания ноги, расположенная ближе к заземляющему электроду, будет иметь больший потенциал по сравнению с той точкой, которая будет более удалена. Следовательно, между двумя точками касания на расстоянии шага существует разность потенциала. Эта разность и называется шаговым напряжением.

Величина шагового напряжения зависит от величины шага и от расстояния x от заземлителя.

Шаговое напряжение для полусферического электрода можно найти по следующему выражению:

$$U_{ш} = \varphi - \varphi_a = (r_{\varphi_3} / x) - (r_{\varphi_3} / x + a) = r_{\varphi_3 a} / x(x + a). \quad (8.18)$$

Как видно $U_{ш1} > U_{ш2}$, если расстояние от заземлителя больше. Следовательно, по мере удаления от места замыкания величина шагового напряжения уменьшается. Шаговое напряжение на расстоянии 10...20 м от места замыкания практически не представляет опасность.

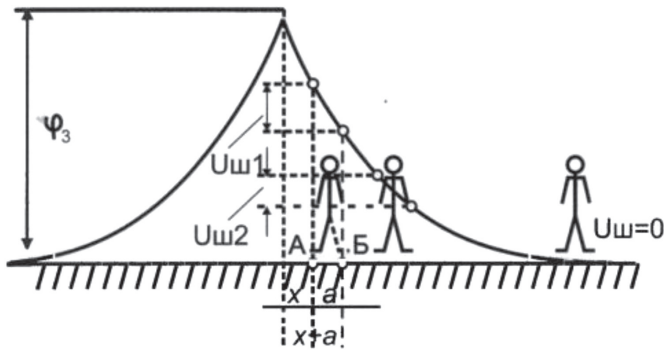


Рис. 8.6. Шаговое напряжение

Оборудование и материалы



Рис. 8.7. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Исследование явлений при стекании тока в землю»

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Исследование явлений при стекании тока в землю» предназначен для исследования процессов растекания тока по поверхности грунта вблизи заземлителя и позволяет оценить эффективность различных типов заземлителей для защиты человека от поражения электрическим током.

Технические возможности:

- Позволяет моделировать три типа заземлителей:
 - горизонтальный трубчатый, лежащий на поверхности земли;
 - вертикальный трубчатый;
 - полусфера, погруженная в грунт.
- Возможность моделирования трех значений удельного сопротивления грунта.
- Диапазон изменения величины тока через заземлитель от 0 до 10 ампер.
- Измерение тока осуществляется с помощью встроенного амперметра.
- Встроенный вольтметр позволяет измерять:
 - потенциал поверхности грунта на различных расстояниях от заземлителя;
 - разность потенциалов между выбранными точками на поверхности грунта (шаговое напряжение);
 - распределение потенциала по поверхности земли.
- Показания приборов соответствуют значениям параметров в реальной сети.
- Все напряжения, выведенные на панель стенда, являются безопасными.

Данное оборудование позволяет изучить:

- Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов).
- Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов).
- Снятие зависимости шагового напряжения от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов).

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Исследование явлений при стекании тока в землю» представляет собой моноблок, на лицевой панели которого расположены:

- четырехсегментный индикатор тока (А);
- четырехсегментный индикатор напряжения (В);
- тумблер для переключения между типами заземлителей (вертикальный электрод/полусфера);
- галетный переключатель для выбора удельного сопротивления грунта (20/100/700);
- гнезда «0» ... «10», соответствуют расстояниям в метрах от заземлителя;
- функциональное поле «Напряжение прикосновения» (модель слева);
- функциональное поле «Напряжение шага» (модель справа).

Питание установки осуществляется от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками 220 В и частотой питающей сети 50 Гц.

Комплекту учебно-лабораторного оборудования «Исследование явлений при стекании тока в землю» присущи следующие качества:

- наглядность результатов моделирования, которая обеспечивается их отображением на измерительных приборах стенда;
- надежность, достигаемая за счет малой мощности силовых элементов, защитой электрических цепей от эксплуатационных коротких замыканий и неосторожного обращения;
- электробезопасность, которая обеспечена выполнением элементов классом защиты от поражения электрическим током «0I» и «I», а также применением устройств защитного отключения, защищенных гнезд проводников;
- компактность, которая обеспечена малой установленной мощностью элементов и использованием только требуемых для данного эксперимента блоков и приборов;
- современный дизайн стенда с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие данный материал, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.
- Перед началом эксплуатации оборудования необходимо убедиться, что оборудование находится в выключенном состоянии.
- При обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегретой изоляции, немедленно обесточьте оборудование.
- Запрещается эксплуатировать неисправное оборудование.
- Запрещается использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Запрещается вскрывать изделие.
- Запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.
- После хранения оборудования в холодном помещении или после перевозки в зимних условиях включать его в сеть можно не раньше, чем через 6 часов пребывания при комнатной температуре в распакованном виде.
- При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
- Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
- Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия при работе запрещается использовать внешние источники питания.
- Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.

- Не оставляйте оборудование включенным без присмотра.
- Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Не оставляйте оборудование в режиме ожидания на длительное время (более 12 часов).
- Во избежание поломок оборудования не прилагайте чрезмерных усилий при манипуляциях с органами управления.
- Используйте только исправные разъемы электропитания. Убедитесь, то они имеют плотное соединение. При использовании «тройников» и удлинителей, убедитесь в надежности их крепления.

Задания

Задание 1. Снятие зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов)

- 1.1. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
- 1.2. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
- 1.3. Подключить модули стенда к сети 220 В 50 Гц.
- 1.4. Снять зависимость потенциала точек земли «0» ... «10» в зоне растекания тока $\varphi = f(x)$.
- 1.5. Установить удельное сопротивление грунта $p = 700$ (песок).
- 1.6. Включить вольтметр между гнездом «РЕ» и гнездами, соответствующими точкам земли (т. 0 – т. 10), снять зависимость $\varphi = f(x)$.
- 1.7. Полученные данные занести в таблицу 8.1.
- 1.8. Ток стекания в землю можно контролировать с помощью амперметра.
- 1.9. Провести аналогичные измерения для удельного сопротивления грунта $p = 20/100$ и для других типов электродов.
- 1.10. По завершении отключить стенд.

- 1.11. По результатам измерений построить график изменения потенциала основания от расстояния $\varphi_{осн} = f(x)$ в одних осях для двух видов заземлителей.
- 1.12. Использовать полученные зависимости для формулирования выводов о влиянии на электробезопасность удельного сопротивления грунта, в котором он заложен.
- 1.13. Сформировать отчет.

Таблица 8.1

Результаты измерения зависимости потенциала основания электрооборудования от расстояния до заземлителя

Виды заземлителя		$\rho = 700$		$\rho = 100$		$\rho = 20$	
		$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$
Вертикальный электрод	x						
	0						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Полусфера	0						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						

Виды заземлителя		$\rho = 700$		$\rho = 100$		$\rho = 20$	
		$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$
	8						
	9						
	10						

Задание 2. Снятие зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов)

- 2.1. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
- 2.2. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
- 2.3. Подключить модули стенда к сети 220 В 50 Гц.
- 2.4. Снять зависимость потенциала точек земли – напряжение прикосновения $U_{np} = f(x)$.
- 2.5. Установить удельное сопротивление грунта $\rho = 700$ (песок).
- 2.6. Включить вольтметр между гнездом «0» и гнездами, соответствующих точек земли (т. 0 – т. 10), снять зависимость $U_{np} = f(x)$.
- 2.7. Полученные данные занести в таблицу 8.2.
- 2.8. Ток стекания в землю контролировать с помощью амперметра.
- 2.9. Провести аналогичные измерения для удельного сопротивления грунта $\rho = 20/100$ и для других типов электродов.
- 2.10. По завершении отключить стенд.
- 2.11. По результатам измерений построить график изменения потенциала основания от расстояния $U_{np} = f(x)$ в одних осях для двух видов заземлителей.
- 2.12. Использовать полученные зависимости для формулирования выводов о влиянии расстояния от заземлителя до места установки защищаемого электрооборудования.
- 2.13. Сформировать отчет.

Таблица 8.2

Результаты исследования зависимости напряжения прикосновения от расстояния до заземлителя

Виды заземлителя		$\rho = 700$		$\rho = 100$		$\rho = 20$	
		$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$
Вертикальный электрод	x						
	0						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
10							
Полусфера	0						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

Задание 3. Снятие зависимости шагового напряжения от расстояния до заземлителя (для двух видов заземлителей и трех типов грунтов)

- 3.1. Изучить теоретические основы по материалам лекций или перечню рекомендованной преподавателем литературы.
- 3.2. Подключить модуль стенда к сети 220 В 50 Гц.
- 3.3. Снять зависимость потенциала точек земли – шагового напряжения $U_{ш} = f(\Delta x)$.
- 3.4. Установить удельное сопротивление грунта $\rho = 700$ (песок).
- 3.5. Включить вольтметр между соседними гнездами соответствующих точек земли (т. 0 – т. 10), измерить $U_{ш} = f(\Delta x)$.
- 3.6. Полученные данные занести в таблицу 8.3.
- 3.7. Ток стекания в землю контролировать с помощью значений тока, отображаемых на индикаторе тока (А).
- 3.8. Провести аналогичные измерения для удельного сопротивления грунта $\rho = 20/100$ и для других типов электродов.
- 3.9. По завершении отключить стенд.
- 3.10. Использовать полученные зависимости для формулировки выводов о влиянии расстояния от заземлителя до места шага и его ширине.
- 3.11. Сформулировать отчет.

Таблица 8.3

**Результаты исследования зависимости
шагового напряжения от расстояния до заземлителя**

Виды заземлителя		$\rho = 700$		$\rho = 100$		$\rho = 20$	
		$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$
Вертикальный электрод	x						
	0-1						
	1-2						
	2-3						
	3-4						
	4-5						
	5-6						
	6-7						

Виды заземлителя		$p = 700$		$p = 100$		$p = 20$	
		$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$	$\varphi, В$	$I, А$
	7-8						
	8-9						
	9-10						
Полусфера	0-1						
	1-2						
	2-3						
	3-4						
	4-5						
	5-6						
	6-7						
	7-8						
	8-9						
	9-10						

Содержание отчета и его форма

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы.
4. Результаты измерений и расчетов (заполненные таблицы 8.1 – 8.3).
5. Выводы и предложения.

Вопросы

1. Что такое электрический ток?
2. Какое действие оказывает электрический ток на организм человека?
3. Какие факторы определяют опасность поражения электрическим током?
4. При каких условиях возможно стекание тока в землю?

5. Перечислите основные причины поражения электрическим током.
6. Что такое зона нулевого потенциала?
7. Чему равно сопротивление земли между двумя точками, удаленными друг от друга на расстояние 100 км?
8. Как определить потенциал какой-либо точки относительно земли?
9. Что такое заземление?
10. Что необходимо сделать, чтобы уменьшить сопротивление растеканию тока искусственного заземлителя?
11. Как экспериментально определить сопротивление растеканию тока заземлителя и удельное сопротивление грунта?
12. Какие методы используются для защиты человека от поражения электрическим током?

Литература: 4.

9. Электробезопасность. Средства защиты в электроустановках. Оказание первой помощи при электротравмах

Цель работы: изучить правила электробезопасности при работе с электроустановками, средства защиты и действия для предотвращения поражения электрическим током, а также принципы функционирования робота-тренажера и порядок работы на нем, приобрести практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от действия электрического тока.

Формирование компетенции или их части. Выполнение лабораторной работы способствует формированию у студентов следующих компетенций: ПК-5; ПК-23.

Теоретическая часть

Широкое использование электроэнергии во всех отраслях промышленности, на транспорте, в медицине, а также в быту сопровождается значительным увеличением количества людей, связанных с эксплуатацией электрооборудования, что существенно повышает потенциальную опасность электротравматизма. Несмотря на то, что на производстве количество травм, вызванных воздействием электрического тока, незначительное (1 – 10 % от общего числа травм в зависимости от отрасли промышленности), наибольшее количество несчастных случаев со смертельным исходом (до 40 %) происходит в результате электропоражения, причем почти 80 % из них приходится на электроустановки напряжением до 1 кВ.

Чтобы обеспечить работникам максимально высокий уровень электробезопасности, используются современные электрические средства защиты – общетехнические, специальные, индивидуальные.

К общетехническим средствам защиты относится изоляция, предупредительная маркировка и защитная блокировка, в то время как специальные средства защиты в электроустановках представлены устройствами заземления, зануления и защитного

отключения. Выбор способов и средств обеспечения электробезопасности зависит от вида сети, условий ее эксплуатации и режима функционирования. Вышеперечисленные средства коллективной защиты в электроустановках дополняются СИЗ (средствами индивидуальной защиты). К ним относятся диэлектрические боты и перчатки, изолирующие коврики и подставки, изолирующие рукоятки и прочие средства, призванные защитить различные органы и системы человека от поражения электричеством. Чтобы предотвратить негативное воздействия электрических полей повышенной напряженности на здоровье работников, применяются экранирующие устройства (в том числе переносные), индивидуальные экранирующие комплекты, необходимые для безопасного выполнения работ на потенциале земли (в открытых распределительных устройствах) и на потенциале воздушной линии электропередачи. А также различные плакаты и знаки – предупреждающие, запрещающие, указательные, предписывающие. Используется и переносное заземление, состоящее из гибких проводов.

Все средства защиты в электроустановках делятся на две группы: основные и дополнительные. Основные средства защиты в электроустановках снабжены изоляцией, способной долгое время выдерживать рабочее напряжение установки. Они позволяют безопасно выполнять работы с токоведущими устройствами, которые находятся под напряжением.

Обучение персонала приемам оказания первой помощи при поражении электрическим током является одним из важных организационных мероприятий, снижающих тяжесть последствий электротравм и риск производственно-обусловленных заболеваний.

Несчастные случаи на производстве – результат несоблюдения требований безопасности, изложенных в правилах и инструкциях по охране труда, которое происходит в основном за счет незнания правил и требований нормативных и инструктивных документов, низкого уровня организации производства и производственной дисциплины, отсутствия контроля и принятия мер дисциплинарной ответственности, безответственности и халатного отношения работников к выполняемой работе,

отсутствия культуры производства работ и экономии средств на безопасность и охрану труда, отсутствия или невыполнения работниками должностных инструкций.

Первая помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление и сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых немедицинскими работниками (при взаимопомощи).

Одним из важнейших требований оказания первой помощи является ее срочность: чем быстрее будет оказана первая помощь, тем больше надежды на спасение пострадавшего, поэтому первую помощь своевременно должен оказать тот, кто находится рядом с пострадавшим.

Основными условиями успеха при оказании первой помощи пострадавшему от электрического тока и при других несчастных случаях являются спокойствие, находчивость, быстрота действий, знания и умение оказывающего помощь. Эти качества вырабатываются в процессе специальной подготовки, которая должна проводиться наряду с профессиональным обучением, так как одного знания правил оказания первой помощи недостаточно.

Оказывающий помощь должен знать:

- основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека;
- общие правила оказания первой помощи и ее приемы в зависимости от характера повреждения;
- основные способы переноски и эвакуации пострадавших.

Оказывающий помощь должен уметь:

- оценивать состояние пострадавшего и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается;
- обеспечивать свободную проходимость верхних дыхательных путей;
- выполнять искусственное дыхание и закрытый массаж сердца и оценивать их эффективность; накладывать повязку при ожоге, ранении, ушибе;
- пользоваться аптечкой первой помощи.

Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от воздействия электрического тока. Для определения этого состояния необходимо немедленно произвести следующие мероприятия:

- уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;
- проверить наличие у пострадавшего дыхания (определяется визуально по подъему грудной клетки; с помощью зеркала);
- проверить наличие у пострадавшего пульса на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии на переднебоковой поверхности шеи;
- выяснить состояние зрачка (узкий или широкий); широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга.

Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в состоянии обморока, его следует уложить в удобное положение (подстелить под него и накрыть его сверху чем-либо из одежды) и до прибытия врача обеспечить полный покой, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом. Запрещается позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсутствие тяжелых симптомов после поражения электрическим током не исключает возможности последующего ухудшения состояния пострадавшего. В случае отсутствия возможности быстро вызвать врача необходимо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение, обеспечив для этого необходимые транспортные средства или носилки.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует ровно и удобно уложить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать лицо водой и обеспечить полный покой. Если пострадавший плохо дышит – очень редко и судорожно (как умирающий), ему следует делать искусственное дыхание и непрямой (наружный) массаж сердца.

При отсутствии у пострадавшего признаков жизни (дыхания и пульса) нельзя считать его мертвым, так как смерть часто бывает лишь кажущейся. В таком состоянии пострадавший, если ему не будет оказана немедленная первая помощь в виде искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца, действительно умрет. Искусственное дыхание следует производить непрерывно как до, так и после прибытия врача.

При поражении электрическим током смерть часто бывает клинической («мнимой»), поэтому никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса. Решить вопрос о целесообразности или бесполезности мероприятий по оживлению пострадавшего и вынести заключение о его смерти имеет право только врач.

Оборудование и материалы

Интерактивный электрифицированный стенд предназначен для изучения правил электробезопасности при работе с электроустановками, а также средств защиты и действий для предотвращения поражения электрическим током (рис. 9.1).



Рис. 9.1. Интерактивный электрифицированный стенд «Электробезопасность. Средства защиты в электроустановках»

Интерактивный электрифицированный стенд представляет собой панель с раздельной световой секционной индикацией, отображающую правила электробезопасности и средства защиты при работе с электроустановками. В конструкцию учебного оборудования интегрированы высокочувствительные сенсоры для управления стендом при помощи интерактивного воздействия приемо-передающих устройств, громкость которых изменяется при помощи сенсорного регулятора громкости, расположенного на лицевой панели.

Предусмотрено два режима работы со стендом: «Обучение» и «Контроль». В режиме «Обучение» на панели управления, расположенной в нижней части стенда, при помощи элемента управления выбирается один из подразделов, световая индикация подсвечивает данную позицию, а программное обеспечение «Виртуальный учитель» рассказывает о характерных особенностях и правилах защиты. В режиме «Контроль» программный код управления генерирует случайный вариант вопроса. При правильном или неправильном выборе ответа загорается соответствующая принятым стандартам светодиодная индикация.

Для наглядного изучения стенд поставляется с комплектом образцов средств защиты при работе с электроустановками, расположенных на лицевой панели.

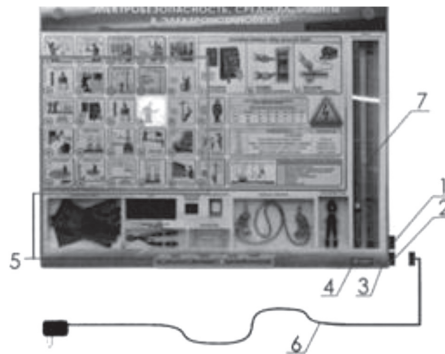


Рис. 9.2. Устройство интерактивного стенда:

- 1 – кнопка включения/выключения питания; 2 – разъем для кабеля;
- 3 – ИК приемник; 4 – сенсорный блок управления громкостью;
- 5 – элементы управления работой стенда; 6 – адаптер питания;
- 7 – макетные образцы

Для диагностики терминального состояния (ДТС) пострадавшего, т. е. состояния клинической смерти (отсутствие всех видимых признаков жизни) и агонального состояния (расширенные зрачки, пульс на сонной артерии), а также сердечно-легочной реанимации (СЛР), т. е. искусственной легочной вентиляции и искусственного кровообращения путем непрямого массажа сердца используется робот-тренажер «Гоша».

Его конструкция и дизайн максимально учитывают анатомические и физиологические особенности человеческого организма и психологию обучаемых, что стимулирует их заинтересованность в овладении приемами реанимации.

Тренажер представляет собой обучающий реанимационный комплекс, который позволяет выработать устойчивый динамический стереотип навыков, обязательных для успешного проведения приемов оживления человека непосредственно на месте происшествия.

Тренажер имеет внешний вид, приближенный к анатомической структуре человека (рис. 9.3).



Рис. 9.3. Внешний вид робота-тренажера «Гоша»

Программа действий реаниматора включает в себя сочетание вентиляции легких (вдувание воздуха) с наружным массажем сердца в двух режимах:

«1 : 5» – одно вдувание, пять компрессий сердца за (7 ± 1) с. Количество циклов за контрольное время – восемь. Глубина продавливания грудной клетки – 3 – 4 см. Давить на грудину тренажера допускается с усилием не более 150 Н. Реанимация осуществляется при этом режиме двумя обучающимися;

«2 : 15» – два вдувания, 15 компрессий сердца за (15 ± 1) с. Количество циклов за контрольное время – три. Глубина продавливания грудной клетки – 3 – 4 см. Давить на грудину тренажера допускается с усилием не более 150 Н. Реанимация при этом режиме осуществляется одним обучающимся.

Обучение и контроль реанимации на тренажере осуществляются:

- по показаниям пульса на сонной артерии (60 – 80 ударов в минуту);
- по состоянию ширины зрачков глаз (диаметр нормальных зрачков равен 3 мм, расширенных – 7 мм);
- по экскурсиям (поднятию и опусканию) передних стенок блока груди и блока живота.

В тренажере осуществляются автоматически:

- контроль объемных, частотных, силовых и временных показателей реанимации;
- управление индикаторами электронной панели и имитаторами признаков автоматического оживления тренажера;
- имитация и контроль ошибочных действий реаниматора.

На тренажере выполняется автоматическая имитация с визуальной индикацией основных медицинских реанимационных показателей:

- объем вдуваемого воздуха (в легкие – от 1 – 2 л, в желудок – от 1 – 1,5 л);
- ритм сердечных компрессий (60 – 80 ударов в минуту);
- сужение диаметра зрачков (до 3 мм);
- появление пульса на сонной артерии после 4 мин безошибочных действий реаниматора.

На тренажере голова запрокидывается назад под углом $(15 \pm 10)^\circ$ относительно горизонтальной плоскости.

Имитатор дыхательных движений грудной клетки обеспечивает 15 спонтанных вдохов-выдохов в минуту.

Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие данный материал, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

- Запрещается использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
- Запрещается вскрывать изделие.
- Запрещается видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.
- При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
- Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
- Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия при работе запрещается использовать внешние источники питания.
- Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.
- Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Используйте только исправные разъемы электропитания. Убедитесь, что они имеют плотное соединение. При использовании «тройников» и удлинителей удостовериться в надежности их крепления.
- При выполнении работы с роботом-тренажером «Гоша» необходимо соблюдать осторожность при использовании дезинфицирующих средств.

Методика и порядок выполнения работы

Управление стендом «Электробезопасность. Средства защиты в электроустановках» во время обучения и проведения тестовых заданий осуществляется при помощи касания высокочувствительных сенсоров рукой либо наконечником указки.

1. Включение стенда.
2. Режим «Обучение». Коснитесь наконечником магнитной указки датчика «Обучения». Затем выберите одну из ситуаций при работе с электроустановками на пане-

- ли стенда. Результат отмечается светодиодной подсветкой и сопровождается подробным голосовым описанием «Виртуального учителя», который повествует о мерах по обеспечению безопасности. Громкость «Виртуального учителя» регулируется отдельным сенсорным блоком управления, либо при помощи сенсорного пульта ДУ.
3. Режим «Контроль». Коснитесь сенсора «Контроль». При этом программный код генерирует случайный вопрос по пройденному материалу.
 - 3.1. Тестируемый должен определить ситуацию, при которой необходимо соблюдать данное правило электробезопасности и выбрать изображение на панели стенда касанием наконечника магнитной указки к датчику секции.
 - 3.2. В случае правильного выбора загорается светодиод «Верно», об этом дополнительно сообщит «Виртуальный учитель». В случае неправильного выбора – светодиод «Неверно», включится система свето-шумового сопровождения, имитирующая электрический разряд, и подсветка секции гаснет. Программа дает возможность выбрать верный ответ.
 4. Переход между режимами. Смена режима осуществляется касанием наконечника магнитной указки к датчику «Сброс» и выбором соответствующего режима. Наиболее эффективно навыки оказания первой медицинской помощи пострадавшим отрабатываются на роботе-тренажере «Гоша», порядок работы с которым следующий:
 5. Положить тренажер на стол. Включить тумблер «Вкл./Выкл.» на руке куклы. В момент включения должен загореться светодиод.
 6. При горящем светодиоде «Питание» тренажер готов к работе.
 7. Провести цикл реанимации: 5 – 10 надавливаний на грудную клетку (непрямой массаж сердца), 1 – 2 вдоха (искусственная вентиляция легких). При каждом правильном надавливании непрямого массажа сердца под кожей робота загорается оранжевый индикатор (рис. 9.4).



*Рис. 9.4. Правильное расположение рук при проведении
непрямого массажа сердца*

Во время правильного проведения вдоха ИВЛ приподнимается грудная клетка робота и под кожей загорается голубой индикатор (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Проведение искусственной вентиляции легких

8. После правильного цикла у робота «сужаются» зрачки и загораются глаза. «Оживление» робота – появление пульса на сонной артерии – происходит после верного проведения 8 – 10 циклов реанимации.
9. Результаты реанимации «обнуляются» и исчезает реакция зрачков при совершении следующих ошибок:
 - допущена пауза бездействия более 15 с;
 - произведен третий вдох ИВЛ;
 - сделано менее 5 нажатий;
 - резкое надавливание в район «солнечного сплетения» (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Ошибочные действия при оказании первой медицинской помощи

10. После неудачной попытки оживления следует обязательно дождаться выключения всех красных светодиодов и только после этого приступить к следующей попытке.
11. По окончании работы на тренажере следует обязательно отключить питание тренажера тумблером «Вкл./Выкл.» на руке куклы.
12. Повторное включение тренажера тумблером «Вкл./Выкл.» можно производить не ранее, чем через 10 с после выключения (в противном случае можно увидеть «бунт светодиодов» и мигание зрачков, для устранения этого эффекта необходимо выключить робот и сделать повторное включение через 10 с).
13. При длительном перерыве в использовании тренажера (более одной недели) необходимо извлечь элемент питания из куклы.

Задания

Задание 1. Проведите оценку общего состояния здоровья.

Для этого необходимо:

- 1.1. Измерить пульс за 15 с, умножить на 4. Нормальная частота пульса для разных возрастных категорий:
 - средний возраст 72 уд./мин;
 - преклонный возраст 65 уд./мин;
 - при болезни 120 уд./мин.
- 1.2. Провести ориентировочную оценку работоспособности сердечно-сосудистой системы с помощью индекса Руфье:

$$I = \frac{4 \cdot (P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10} \quad (9.1)$$

где P_1 – число сердечных сокращений за 15 с у человека, находящегося не менее 5 мин в положении сидя; P_2 – число сердечных сокращений у человека в положении сидя в первые 15 с после выполнения 30 приседаний за 45 с; P_3 – число сердечных сокращений за последние 15 с с первой минуты отдыха в положении сидя после 30 приседаний.

- 1.3. Сравнить полученные результаты с данными таблицы 9.1 и сделать вывод.

Таблица 9.1

Индекс Руфье при разных характеристиках сердца

Характеристика	Индекс Руфье
Атлетическое сердце (тренированный человек)	0
Отличная работа сердца	0,1 – 5
Хорошая работа сердца	5,1 – 10
Средняя степень сердечной недостаточности	10,1 – 15
Сильная степень сердечной недостаточности	15,1 – 20

Задание 2. Проведите тренинг по проведению комплекса сердечно-легочной реанимации.

Содержание отчета и его форма

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы.
4. Результаты изучения. Выполнение заданий.
5. Выводы и предложения.

Вопросы

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Перечислите факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.

3. Что понимается под аварийным режимом электроустановок.
4. Основные методы и средства обеспечения электробезопасности.
5. Принцип устройства и виды изоляции.
6. Конструктивные защитные устройства электроустановок.
7. Подготовка пострадавшего к проведению реанимационных мероприятий.
8. Порядок проведения непрямого массажа сердца.
9. Порядок проведения искусственного дыхания.
10. Особенности оказания первой помощи одним реаниматором.
11. Особенности оказания первой помощи двумя реаниматорами.
12. Санитарно-гигиенические требования при проведении реанимационных мероприятий.

Литература: 2, 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности для студентов направлений подготовки техника и технологии: учебник / А. Ю. Даржания [и др.]; ФГАОУ ВПО Сев.-Кав. федер. ун-т. – Ставрополь: СКФУ, 2015. – 603 с.
2. Белов В. Г., Дудченко З. Ф. Первая медицинская помощь [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы, 2014. – 144 с. – URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277324 (13.01.2017).
3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 702 с.
4. Белов С. В., Ильницкая А. В., Козяков А. Т. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / под ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 2008. – 606 с.
5. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [Текст]. Введ. 2014 – 29 – 129. – М.: Стандартинформ, 2015.
6. ГОСТ 12.1.005-88 (2001). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введ. 1989 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
7. МУ 5046-89. Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения): методические указания; утв. Минздравом СССР 03.08.1989. – М.: ЦОЛИУВ Минздрава СССР, 1989.
8. МУ 2.3.975-00. 2.3. Гигиена питания. Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами: методические указания; утв. Минздравом России 19.05.2000. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000
9. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 1996 – 01 – 10. – М.: Минздрав РФ, 2003.

10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Введ. 2003 – 15 – 06. – М.: Минздрав РФ, 2003.
11. СН 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. Введ. 1988-23-02 // Сб. материалов по санитарным и противоэпидемиологическим вопросам. В 7 т. Том I. – М., 1989.
12. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Текст]. Введ. 2011-05-20. – М.: Стандартинформ, 2013.
13. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Введ. 2015 – 05 – 20. – М., 1996.
14. Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях; утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 04.03.2004. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005.
15. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / ответственные исполнители Н. Н. Молодкина, А. И. Корбакова, А. И. Халепо. – М.: ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Таблица А.1
Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение					
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		КЕО ен, %	при боковом освещении	при верхнем или комбинационном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинационном освещении			
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при верхнем или комбинационном освещении	при боковом освещении						K_p , не более	K_n %, не более	
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	-	-	-	-			
							всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более					10	10	
			б	Малый	Средний	Средний	Средний	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	1250	20	10	10	10
									всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более					
			в	Малый	Средний	Средний	Средний	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	750	20	10	10	10
									всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более					
		г	Средний	Средний	Средний	Средний	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	600	10	10	10	10	
								всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более						10
		г	Большой	Большой	Большой	Большой	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	400	20	10	10	10	
								всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более						10
		г	Большой	Большой	Большой	Большой	-	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при боковом освещении	при боковом освещении	300	10	10	10	10	
								всего	в том числе от общего	при боковом освещении	K_p , не более						10

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Гарыз зрительной работы	Гарыз зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение						
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении			
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	в том числе от общего	Р, не более							К _п %, не более		
										всего	всего							
Очень высокой точности	От 0,15	а	Малый	Малый	Темный	4000	400	-	20	10	-	-	4,2	1,5				
						до 0,30	II	-	10	10								
						3000	300	750	20	10								
		б	Средний	Средний	Темный	2500	300	600	10	10								
						в	Малый	Средний	Средний	2000					200	500	20	10
										1500					200	400	10	10
	г	Средний	Средний	Средний	1000	200	300	20	10									
					Большой	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний						
													750	200	200	10	10	

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение					
						Освещенность, лк				Сочетание нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		при верхнем или комбинационном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинационном освещении	при боковом освещении		
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения			при боковом освещении	P , не более					K_p %, не более	
							всего	в том числе от общего	при боковом освещении								
Высокой точности	От 0,30	а	III	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	-	-	3,0	1,2			
						до 0,50	III	400	20	15							
						1000	200	300	40	15							
		б	III	Средний	Темный	750	200	200	20	15							
						750	200	300	40	15							
						600	200	200	20	15							
	в	III	Средний	Темный	400	200	200	40	15								
					400	200	200	40	15								
					400	200	200	40	15								
	г	III	Средний	Средний	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый	Светлый		
					Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний
					Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой	Большой

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		при верхнем или комбинированном освещении		при боковом освещении		при боковом освещении
Характеристика зрительной работы	Средней точности	IV	а	Малый	Темный	при системе комбинированного освещения	в том числе от общего	при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при боковом или комбинированном освещении	при боковом освещении	при боковом или комбинированном освещении	0,9
			б	Малый	Средний		200	300	40	20				
				Средний	Темный		200	200	40	20				
				Малый	Светлый									
			в	Средний	Средний		200	200	40	20				
				Большой	Темный									
				Средний	Светлый									
			г	Большой	Светлый		-	200	40	20				
				Большой	Средний		-							
				Средней точности	Средний									

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение				
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		при верхаем или комбинационном освещении	при боковом освещении	при верхаем или комбинационном освещении	при боковом освещении	при верхаем или комбинационном освещении	при боковом освещении	при верхаем или комбинационном освещении
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	в том числе от общего	при верхаем или комбинационном освещении							
										всего	Р, не более	К _п %, не более				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	a	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6		
			б	Малый	Средний	Средний	-	-	200	40	20					
				Средний	Темный											
		в	Малый	Светлый												
			Средний	Средний	Средний	-	-	200	40	20	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			Большой	Темный												
	г	Средний	Светлый													
		Большой	Светлый	Светлый	-	-	200	40	20	40	20					
		Большой	Средний	Средний												
	Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6		

	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм		Разряд зрительной работы	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение	
	Освещенность, лк						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при вернем или комбинированном освещении	при верном освещении	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	при вернем или комбинированном освещении	при верном освещении	КЕО ед. %
Характеристика зрительной работы	всего	в том числе от общего	число от общего	P, не более	K, %, не более	P, не более								
							Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	-	200	40	20	3,0	-	1,0
-	200	40	20	3,0	То же	1,0		1,8	0,6					
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное	-	75	-	-	1,0	-	0,3	0,7	0,2					
	Более 0,5	50	-	-	0,7	То же	0,2	0,5	0,2					
Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	-	20	-	-	0,3	-	0,1	0,2	0,1					
	То же, при периодическом	-	-	-	0,3	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	0,1	0,2	0,1					
общее наблюдение за инженерными коммуникациями	-	20	-	-	0,3	-	0,1	0,2	0,1					
	То же, при периодическом	-	-	-	0,3	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	0,1	0,2	0,1					

Примечание

1. Для подряда норм от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подряда в гр. 7 – 11.
2. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подряду «в».
3. Показатель ослепленности регламентируется в гр. 10 только для общего освещения (при любой системе освещения).
4. Коэффициент пульсации Кп указан в гр. 10 для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения. Кп от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.
5. Предусматривать систему общего освещения для разрядов I – III, IVa, IVб, IVв, Va допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с Роспотребнадзором.

Таблица А.2

Коэффициенты светового климата в зависимости от группы административного района и ориентации световых проемов по сторонам горизонта

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата m				
		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	1,0	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Примечание

1. 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.
2. Группы административных районов России по ресурсам светового климата приведены в таблице А.3.

Таблица А.3

**Группы административных районов
по ресурсам светового климата**

Номер группы	Административный район
1	Владимирская, Калужская области, Камчатский край, Кемеровская область, Красноярский край (севернее 63 °с.ш.), Курганская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Омская области, Пермский край, Рязанская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия) (севернее 63 °с.ш.), Свердловская, Смоленская, Тульская, Тюменская области, Удмуртская Республика, Хабаровский край (севернее 55 °с.ш.), Челябинская область, Чувашская Республика, Чукотский автономный округ
2	Белгородская, Брянская, Волгоградская, Воронежская области, Забайкальский край, Кабардино-Балкарская Республика, Красноярский край (южнее 63 °с.ш.), Курская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Пензенская области, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Ингушетия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) (южнее 63 °с.ш.), Республика Северная Осетия – Алания, Республика Тыва, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Тамбовская, Ульяновская области, Хабаровский край (южнее 55 °с.ш.), Ханты-Мансийский автономный округ, Чеченская Республика
3	Вологодская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Костромская, Ленинградская, Ненецкий автономный округ, Новгородская, Псковская области, Республика Карелия, Тверская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ярославская область
4	Архангельская, Мурманская области
5	Астраханская, Амурская области, Краснодарский край, Приморский край, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Ростовская область, Ставропольский край

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Нормативные значения уровней звукового давления

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах следует принимать:

- для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума – по таблице Б.1;
- для тонального и импульсного шума – на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Нормативные значения уровней звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Предприятия, учреждения и организации										
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность: рабочие места в помещениях – дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории: рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа: рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами: рабочие места за пультами в кабинетах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в п.п. 1 – 4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Подвижной состав железнодорожного транспорта										
6. Рабочие места в кабинетах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	99	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7. Рабочие места в кабинетах машинистов скоростных и пригородных электропоездов	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
8. Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных отделений рефрижераторных секций, вагонов электростанций, помещений для отдыха в багажных и почтовых отделениях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
9. Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	96	87	79	72	68	65	63	61	59	70	
Морские, речные, рыбопромысловые и др. суда											
10. Рабочая зона в помещениях энергетического отделения морских судов с постоянной вахтой (помещения, в которых установлена главная энергетическая установка, котлы, двигатели и механизмы, вырабатывающие энергию и обеспечивающие работу различных систем и устройств)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
11. Рабочие зоны в центральных постах управления (ЦПУ) морских судов (звукоизолированные), помещениях, выделенных из энергетического отделения, в которых установлены контрольные приборы, средства индикации, органы управления главной энергетической установкой и вспомогательными механизмами	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	
12. Рабочие зоны в служебных помещениях морских судов (рулевые, штурманские, багермейстерские рубки, радиорубки и др.)	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55	
13. Производственно-технологические помещения на судах рыбной промышленности (помещения для переработки объектов промысла рыбы, морепродуктов и пр.)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
Тракторы, самоходные шасси, самоходные, прицепные и навесные сельскохозяйственные машины, строительно-дорожные, землеройно-транспортные, мелiorативные и другие аналогичные виды машин											
14. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70	
15. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
16. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
17. Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	

Учебное издание

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
(ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)**

Составители:

Екатерина Владимировна Соколова,
Виктория Александровна Емельянова,
Ольга Владимировна Клименко,
Валерия Игоревна Татусь

Корректор: О. В. Черкасова

Компьютерная верстка: И. В. Бушманова

	Подписано к печати 22.01.2019	
Формат 60x84 1/16	Усл. п. л. 7,79	Уч.-изд. л. 7,34
Бумага офсетная	Заказ 116	Тираж 20 экз.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
355009, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.

