



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

**КАФЕДРА «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

## **Методические указания**

по выполнению контрольной работы  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Ростов-на-Дону  
2025

УДК 658.382

Составители: ст. преподаватель Гапонов С.В., Гапонова Е.Ю.

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / С.В. Гапонов и др., – Ростов-на-Дону, 2025. – 38 с.

В методическом указании изложены рекомендации по выполнению контрольной работы, требования к её структуре, содержанию и оформлению.

Предназначены для обучающихся направлений подготовки 11.03.01, 11.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 23.03.03, 25.03.01 заочной формы обучения.

УДК 658.382

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск:  
зав. кафедрой Пушенко Сергей Леонардович

---

В печать \_\_.\_\_.20\_\_ г.  
Формат 60×84/16. Объем \_\_ усл. п. л.  
Тираж \_\_ экз. Заказ № (указывает ИЦ ДГТУ)

---

Издательский центр ДГТУ  
Адрес университета и полиграфического предприятия:  
344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный  
технический университет, 2025

## Содержание

Введение .....	4
1 Цели выполнения контрольной работы .....	4
2 Основные этапы работы обучающегося при выполнении контрольной работы .....	4
3. Требования к содержанию и оформлению контрольной работы .....	5
3.1 Выбор варианта контрольной работы .....	6
3.2 Требования по оформлению .....	6
3.3 Структура контрольной работы .....	7
3.4 Требования по содержанию и выполнению заданий контрольной работы..	8
4. Методика и пример решения контрольной работы .....	8
4.1. Расчет системы общего освещения .....	8
4.2. Расчет системы зануления .....	13
4.3. Расчет производительности общеобменной вентиляции при загрязнении воздуха вредными веществами и установочной мощности электродвигателя для вентилятора .....	19
4.4. Расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот...	23
4.5. Расчет оценки зон теплового воздействия при горении зданий и других промышленных объектов .....	27
Перечень использованных информационных ресурсов .....	29
Приложения: .....	30
Приложение А Шаблон титульного листа .....	30
Приложение Б Типы светодиодных ламп .....	31
Приложение Б Сводный график для подбора центробежных вентиляторов: А — типа Ц4-70; Б — типа Ц4-76.....	35
Приложение В Центробежные вентиляторы низкого давления Ц4-70 и Ц4-76 из углеродистой стали и комплектация их электродвигателями...	35

## **Введение**

Основная цель безопасности жизнедеятельности как науки – защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», представляют собой комплекс разъяснений, позволяющих обучающимся организовать процесс самостоятельного изучения дисциплины, а также выполнить контрольную работу.

По дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», согласно учебному плану, большая часть времени отводится на самостоятельную работу. Основная форма самостоятельной работы обучающихся заочной формы обучения – выполнение контрольных работ. Теоретические вопросы дисциплины кратко излагаются на установочных лекциях. Закрепление практического материала выполняется на практических или лабораторных занятиях (в соответствии с рабочей программой дисциплины). Значительную часть необходимой информации обучающиеся должны приобретать в процессе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

### **1 Цели выполнения контрольной работы**

Цель данных методических указаний – познакомить с направлениями изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», акцентировать внимание обучающихся на наличие вредных и опасных факторов производственной, бытовой, природной среды, изучить основные мероприятия, направленные на предотвращение, борьбу и ликвидацию данных факторов, посредством проработки теоретических вопросов и решения практических задач по предложенным вариантам.

Методические указания для выполнения контрольной работы по теме: «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» включает краткое теоретическое описание понятий по решаемым задачам и методики расчета пяти задач.

Задача контрольной работы заключается в закреплении теоретических знаний и практических навыков при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Контрольная работа предназначена для более глубокого анализа опасных и вредных факторов на производстве.

## **2 Основные этапы работы обучающегося при выполнении контрольной работы**

При выполнении контрольной работы необходимо проявить навыки самостоятельной работы, умение пользоваться методиками практических заданий. Содержание работы необходимо излагать логически и последовательно.

Начинать работу необходимо с подробного изучения методических рекомендаций по дисциплине. В процессе написания контрольной работы использовать и следовать примеру решения практических заданий методических рекомендаций к контрольной работе. В случае затруднения можно обратиться за консультацией к преподавателю.

Выполненную контрольную работу студенты регистрируют в деканате, за которым закреплена выпускающая кафедра и направляют на проверку преподавателю не позднее, чем за 14 дней до промежуточной аттестации по данной дисциплине.

После проверки преподаватель дает решению на допуск к собеседованию (защите контрольной работы), или о необходимости её доработки.

Если контрольная работа не допущена к защите, то обучающийся должен по всем замечаниям преподавателя сделать необходимые исправления и дополнения (работу над ошибками), после чего он может повторно предоставить контрольную работу преподавателю.

По правильно оформленной контрольной работе проводится устный опрос (зачет контрольной работы), после которого студент допускается к сдаче экзамена или зачета по дисциплине.

## **3 Требования к содержанию и оформлению контрольной работы**

Контрольная работа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» состоит из пяти практических задач в соответствии с номером варианта индивидуального задания:

- 1) расчет системы общего освещения;
- 2) расчет системы зануления;

3) расчет производительности общеобменной вентиляции при загрязнении воздуха вредными веществами и установочной мощности электродвигателя для вентилятора

4) расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации;

5) расчет оценки зон теплового воздействия при горении зданий и других промышленных объектов.

### 3.1 Выбор варианта контрольной работы

Номер варианта для выполнения контрольной работы должен соответствовать номеру списка группы на текущий семестр учебного года, к которому необходимо прибавить «1».

### 3.2 Требования по оформлению

Письменные работы обучающихся оформляют в соответствии с Правилами оформления письменных работ обучающихся для технических направлений подготовки.

Основные требования по оформлению:

- текст контрольной работы должен быть представлен в печатном виде на одной стороне листа белой бумаги формата А4.
- гарнитура шрифта – Times New Roman;
- размер шрифта для основного текста – 14;
- междустрочный интервал – 1,5
- размер шрифта для примечаний, ссылок – 12;
- абзацный отступ – 1,25 мм;
- выравнивание основного текста – по ширине страницы;
- в рамках, с основной надписью по формам 2 и 2а (для текстовых документов) по ГОСТ ЕСКД 2.104, соблюдая следующие размеры:
- расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм;
- расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть не менее 10 мм;

Для заполнения ячеек основной надписи:

- гарнитура шрифта Arial;
- курсив;
- для обозначения работы: размер – 20.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не проставляют. Страницы текста следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу, включая и приложения.

Перенос в словах допускается использовать, кроме заголовков.

По тексту работы необходимо давать ссылки на таблицы и рисунки, включенные в состав работы.

Таблица подписывается сверху с указанием номера и наименования таблицы, ориентация по ширине. Таблицы объемом больше одной страницы допускается размещать в приложение.

Рисунок подписывается снизу с указанием номера рисунка и наименования, ориентация по центру.

По тексту контрольной работы должны быть указаны в квадратных скобках номера информационных ресурсов, в соответствии с перечнем использованных информационных ресурсов с тем же порядковым номером.

### 3.3 Структура контрольной работы:

Контрольная работа должна содержать:

*Титульный лист* установленного образца, на котором необходима подпись обучающегося выполняющего контрольную работу (приложение А).

*Содержание* – где отражается перечень вопросов, содержащихся в контрольной работе.

*Индивидуальное задание* – это задание, которое дается в соответствии с вариантом по каждому расчету.

*Перечень использованных информационных ресурсов* – при написании контрольной работы необходимо включать перечень ссылочных ресурсов, которые приведены в тексте. При этом перечень ссылочных ресурсов составляют в порядке их упоминания в тексте пояснительной записки и ее приложений согласно приведенной в квадратных скобках нумерации данных ресурсов. Сведения о ресурсах

следует располагать в порядке появления ссылок на ресурсы в тексте и нумеровать арабскими цифрами с точкой и печатать с абзацного отступа.

### 3.4 Требования по содержанию и выполнению заданий контрольной работы

#### Теоретическая часть

##### Рекомендации по выполнению:

– необходимо кратко описать теоретическую часть перед выполнением практического задания, раскрывая изучаемую тему;

#### Практическое задание

##### Задача 1

##### Задача 2

##### Задача 3

##### Задача 4

##### Задача 5

##### Рекомендации по выполнению:

- прописать исходные условия и методику практического задания;
- подробно раскрыть решение практического задания (с указанием формул, если это предусмотрено решением задачи, по которым вычисляются необходимые параметры и осуществляется переход от исходных данных к результату, позволяющему получить точный ответ);
- вывод по практическому заданию следует письменно обосновать.

## 4 Методика и пример решения контрольной работы

### 4.1 Расчет системы общего освещения

*Производственное освещение* – это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет работникам, осуществлять технологический процесс с высокой эффективностью и безопасностью.

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играющим важную роль в обеспечении безопасности, сохранении здоровья.

Создание рационального освещения производственных помещений и рабочих мест является одним из основных факторов здорового и безопасного труда. Нормальное освещение и правильная цветопередача световых сигналов повышает без-



опасность работы, улучшает условия труда, способствует увеличению производительности труда и улучшению качества работы.

Достаточное освещение обеспечивает психологический комфорт, предупреждает развитие зрительного и общего утомления, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности, стимулирует обменные и иммунобиологические процессы, оказывает влияние на формирование суточного ритма физиологических функций организма, способствует повышению работоспособности. Недостаточное освещение вызывает быстрое утомление, раздражительность, снижает продуктивность работы, повышает потенциальную опасность ошибочных действий и несчастных случаев, может привести к профессиональным заболеваниям (миопия, спазм аккомодации и др.).

Таким образом, освещение, являясь важным фактором борьбы с несчастными случаями и профессиональными заболеваниями, должно обеспечивать достаточную освещенность рабочих поверхностей, быть равномерным, не образовывать резких теней.

Освещенность нормируется в соответствии с требованиями свода правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*, а также требований санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

В соответствии с вариантом задания рассчитать систему общего освещения.

Исходные данные для расчета системы общего освещения брать по варианту (см. табл. 4.1).

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета системы общего освещения

№ варианта	Размеры помещения, м			Коэффициент отражения, %		Коэффициент запаса, $K_z$	$\lambda = \frac{L}{h}$	$h_{св},$ м	$h_{р.п.},$ м	Освещенность, $E$ , лк	Светильник		
	$A$	$B$	$H$	$P_c$	$P_c$						Тип	ИС	КСС
1	12	18	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛБ	ЛЛ	К
2	10	15	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	МГЛ	ГРЛ	Д
3	12	24	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1,0	100	СД	СД	Г
4	14	26	12	30	10	1,7	0,4	0,6	1,0	200	КЛЛ	ЛЛ	Д
5	12	12	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	СД	СД	М
6	12	18	5	30	10	1,5	1	0,4	1,6	100	ЛБ	ЛЛ	К
7	20	20	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	КЛЛ	ЛЛ	Д
8	18	30	9	50	30	1,7	0,9	0,6	1,4	200	СД	СД	Г
9	20	32	6	30	10	1,3	1,2	0,8	1,2	100	ЛБ	ЛЛ	Г
10	22	28	8	50	30	1,3	0,5	0,7	1,3	150	СД	СД	М
11	20	15	8	30	10	1,3	0,4	0,5	1,5	220	МГЛ	ГРЛ	К

№ варианта	Размеры помещения, м			Коэффициент отражения, %		Коэффициент запаса, $K_z$	$\lambda = \frac{L}{h}$	$h_{св},$ м	$h_{р.п.},$ м	Освещенность, $E$ , лк	Светильник		
	$A$	$B$	$H$	$P_c$	$P_c$						Тип	ИС	КСС
12	20	34	9	50	30	1,7	0,8	0,6	1,4	400	ЛБ	ЛЛ	Д
13	20	38	8	70	50	1,7	0,9	0,5	1,5	300	КЛЛ	ЛЛ	Г
14	12	12	6	70	50	1,6	0,7	0,7	1,3	150	СД	СД	Д
15	15	15	6	50	30	1,6	1,2	0,6	1,4	150	ЛБ	ЛЛ	М
16	24	30	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	МГЛ	ГРЛ	К
17	25	35	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	МГЛ	ГРЛ	Д
16	24	30	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	КЛЛ	ЛЛ	К
17	25	35	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	СД	СД	Д
18	24	36	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	КЛЛ	ЛЛ	Д
19	20	30	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	МГЛ	ГРЛ	Д
20	40	15	6	70	50	1,4	1,44	0,6	1,4	200	КЛЛ	ЛЛ	М
21	12	34	9	30	10	1,3	0,4	0,6	1,4	250	СД	СД	К
22	22	44	6	30	10	1,7	0,9	0,6	1	100	МГЛ	ГРЛ	Д
23	12	18	12	70	50	1,4	0,8	0,5	2	200	КЛЛ	ЛЛ	Г
24	10	15	12	70	50	1,4	0,4	0,5	1,5	200	СД	СД	Г
25	12	18	8	30	10	1,4	0,5	0,5	1,5	150	МГЛ	ГРЛ	М
26	15	20	8	30	10	1,4	0,53	0,3	1,7	200	КЛЛ	ЛЛ	К
27	10	15	8	70	50	1,6	0,4	0,5	1,5	100	СД	СД	Д
28	24	46	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	МГЛ	ГРЛ	Г
29	26	48	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	100	КЛЛ	ЛЛ	Д
30	30	56	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	СД	СД	М

Таблица 4.2 - Световые характеристики ламп

Люминесцентные лампы (ЛЛ)					
Тип лампы	Световой поток (F), лм	Тип лампы	Световой поток (F), лм	Тип лампы	Световой поток (F), лм
ЛБЕ10	225	ЛД 20	920	ЛХБ 36	2600
ЛБ Е15	420	ЛБ 20	1180	ЛБ 40	3000
ЛДЦ	500	ЛДЦ	1450	ЛДЦ 80	3575
ЛД	540	ЛД	1640	ЛХБ	3820
ЛХБ	675	ЛХБ 25	1720	ЛД 65	4070
ЛБ 15	760	ЛБ 30	2100	ЛХБ 58	4400
ЛДЦ 15	820	ЛД 36	2340	ЛБ 80–2	5200

\*Примечание: для люминесцентных ламп – цифры после типа лампы обозначают мощность в Вт. При выборе светодиодных ламп рекомендуется использовать Приложение Д.

Таблица 4.3 - Значения относительных расстояний для типовых кривых сил света,

$$\lambda = L/h$$

Типовая кривой силы света	$L/h$	
	Рекомендуемые значения	Наибольшие допустимые значения
Концентрированная, К	0,4–0,7	0,6–0,9
Глубокая, Г	0,8–1,2	1,0–1,4
Косинусная, Д	1,2–1,6	1,6–2,1
Равномерная, М	1,8–2,6	2,6–3,4
Полуширокая, Л	1,4–2,0	1,8–2,3

Таблица 4.4 - Коэффициент использования светового потока,  $ni$

Светильник, %	ЛБ			КЛЛ			МГЛ			СД		
$P_n$	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$P_c$	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
$i$	Коэффициент использования $ni$ , %											
0,5	23	26	31	11	13	18	19	22	26	11	13	18
0,6	30	33	37	14	17	23	24	27	32	14	17	23
0,7	35	38	42	16	20	27	28	31	36	16	20	27
0,8	39	41	45	19	23	29	31	34	40	19	23	29
0,9	42	44	48	21	27	32	34	37	43	21	26	32
2,0	55	57	60	35	40	46	52	55	59	35	40	46
3,0	60	62	66	41	45	52	58	61	64	41	45	52
4,0	63	65	68	44	48	54	61	64	67	44	48	54
5,0	64	66	70	48	51	57	63	66	69	48	51	57

**Пример выполнения расчета системы общего освещения**

**Задание.** Определить световой поток, подобрать стандартную лампу для общего освещения, рассчитать мощность всей осветительной системы для производственного объекта (далее - ПО) и сделать вывод.

Ширина ПО  $A$  равна 12 м; высота  $H$  равна 6 м; длина помещения  $B$  равна 18 м; коэффициенты отражения потолка  $\rho_n$  равен 50 %, стен  $\rho_c$  равен 30 %; коэффициент запаса мощности  $K$  равен 1,3; коэффициент  $\lambda$  – отношение  $L/h$ ,  $\lambda$  равен 0,5; высота свеса светильника  $h_{св}$  равна 0,5 м; высота рабочей поверхности от пола  $h_{р.п}$  равна 1,5 м; нормированная минимальная освещенность  $E$  равна 500 лк; тип светильника ЛБ.

Определим величину светового потока лампы  $F$ , лм по формуле 4.1:

$$F = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z}{N \cdot ni \cdot MF} \quad (4.1)$$

где  $E_n$  – нормированная освещенность, лк (табл. 4.1);

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$MF$  – коэффициент эксплуатации (величина обратная коэффициенту запаса ( $MF=1/K_3$ )) (табл. 4.1));

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, его значение для металлогалогенных ламп и ламп накаливания ЛН – 1,15; для люминесцентных и светодиодных ламп ЛЛ и СД – 1,1;

$N$  – общее число светильников в помещении, шт.;

$ni$  – коэффициент использования светового потока ламп (табл. 4.4).

Определяем площадь освещаемого помещения по формуле 4.2:

$$S = A \cdot B, \quad (4.2)$$

$$S = 12 \cdot 18 = 216 \text{ м}^2.$$

Находим общее число светильников  $N$  по формуле 4.3. Получившиеся нецелые значения  $N$  округлить до целых в большую сторону.

$$N = N_{\text{дл}} \cdot N_{\text{ш}}, \text{ шт.} \quad (4.3)$$

где  $N_{\text{дл}}$  — число светильников по длине, шт.;

$N_{\text{ш}}$  — число светильников по ширине, шт.

$$N = 9 \cdot 6 = 54 \text{ шт.}$$

Определяем число светильников по длине по формуле 4.4:

$$N_{\text{дл}} = B/L, \text{ шт.} \quad (4.4)$$

$$N_{\text{дл}} = 18/2 = 9 \text{ шт.}$$

Определяем число светильников по ширине по формуле 4.5:

$$N_{\text{ш}} = A/L, \text{ шт.} \quad (4.5)$$

$$N_{\text{ш}} = 12/2 = 6 \text{ шт.}$$

Находим расстояние между соседними светильниками (или их рядами) ( $L$ ) по формуле 4.6:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (4.6)$$

где  $\lambda$  — выбирается из табл. 4.1;

$h$  — высота установки светильника над рабочей поверхностью, м;

$$L = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м.}$$

Высота установки светильника  $h$  вычисляется по формуле 4.7:

$$h = H - h_{\text{св}} - h_{\text{р.п.}}, \text{ м} \quad (4.7)$$

где  $h_{\text{св}}$  — высота свеса светильника, м (табл. 4.1);

$h_{\text{р.п.}}$  — высота рабочей поверхности, м (табл. 4.1).

$$h = 6 - 0,5 - 1,5 = 4 \text{ м.}$$

Находим индекс помещения по формуле 3.8:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}, \quad (4.8)$$

$$i = \frac{12 \cdot 18}{4(12 + 18)} = 1,8.$$

Значения коэффициента использования светового потока приводятся в зависимости от коэффициента отражения стен  $P_c$  и потолка  $P_n$  (табл. 4.4) и индекса помещений, который вычисляется по формуле (4.8). Получившиеся нецелые значения  $i$  округлить до целых в большую сторону.

Световой поток светильника определяется по формуле (4.1), а затем это значение делится на количество ламп в светильнике (обычно две).

Подсчитав световой поток лампы  $F$  по табл. 4.2 подобрать ближайшую стандартную люминесцентную лампу или светодиодную с помощью Приложения Д, определить электрическую суммарную мощность всей осветительной системы по выражению:  $W_{\Sigma} = W_{\text{л}} N_{\text{л}}$ . В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до  $-10\%$  и  $+20\%$ , в противном случае выбирают другую схему расположения светильников.

$$F = \frac{100 \cdot 500 \cdot 1,3 \cdot 216 \cdot 1,1}{54 \cdot 57} = 5017,5 \text{ лм.}$$

Световой поток равен 5017,5 м. Выбираем лампу ЛХБ 36 со световым потоком 2600 лм, мощностью 36 Вт.

Мощность всей осветительной системы ПО будет равна:

$$W_{\Sigma} = 36 \cdot 2 \cdot 54 = 3888 \text{ Вт или } 3,9 \text{ кВт.}$$

Вывод: определен световой поток равный 5017,5 лм, подобрана люминесцентная лампа ЛХБ 36 и рассчитана мощность всей осветительной системы равная 3,9 кВт.

## 4.2 Расчет системы зануления

*Занулением* называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

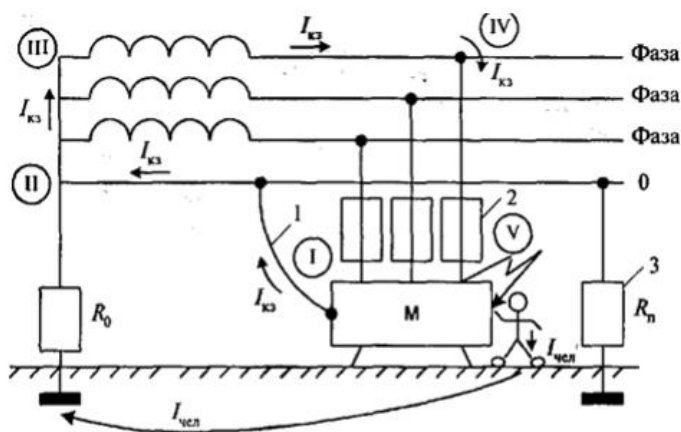
Одним из наиболее эффективных электробезопасных средств от токоведущих частей, является: автоматическое отключение источника питания (включающее защитное зануление и защитное отключение), которое защищает человека от поражения в условиях неисправности электроустановки – при повреждении или при пробоях изоляции электроустановки на корпус. Данный способ обеспечивает высокий уровень электробезопасности при эксплуатации электроустановок в сетях до 1000В.

Зануление применяют в сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000В.

*Назначение зануления* - устранение опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к металлическим токоведущим частям (корпус оборудования), оказывающимся под напряжением.

*Принцип действия защитного зануления* заключается в автоматическом отключении поврежденного участка и одновременно в снижении напряжения прикосновения на корпусе оборудования, на время пока не сработает максимальная токовая защита (МТЗ) или автоматическое отключение.

*Задача защитного зануления* – быстрое и надёжное автоматическое отключение электрооборудования при нарушении изоляции и появлении на корпусах электрооборудования опасного напряжения. Для решения этой задачи металлические токоведущие части электрооборудования (корпус), которые могут оказаться под напряжением, соединяют проводниками с заземлённой нейтральной точкой обмотки источника тока или её эквивалентом (глухозаземлённой нейтралью).



1 – нулевой защитный проводник; 2 – срабатываемый элемент защиты;

3 – повторное заземление нулевого провода

Рисунок 4.1 – Схема работы зануления

Проводник (1), который соединяет зануляемые части электроустановки с глухо-заземленной нейтральной точкой обмотки трансформатора, называют нулевым защитным. Назначение этого проводника заключается в создании для тока короткого замыкания электрической цепи с малым электросопротивлением (цепь обозначена на рис.1 цифрами I – II – III – IV – V), чтобы данный ток был достаточен для быстрого отключения повреждения от сети. Это достигается срабатыванием элемента защиты сети от тока короткого замыкания (на рис.4.1 этот элемент обозначен (2)). Повторные заземлители (3) применяют для снижения напряженности на корпусе относительно земли в момент прохождения тока короткого замыкания ( $I_{кз}$ ) и особенно при обрыве нулевого защитного проводника.

*Основное требование безопасности к занулению* - оно должно обеспечивать надежное и быстрое срабатывание элементов защиты.

*Расчет зануления сводится к расчету:* на отключающую способность, сопротивления заземления нейтрали (безопасности прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю) и сопротивления повторного заземления нулевого защитного проводника (безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на корпус).

В соответствии с вариантом задания рассчитать систему зануления.

Исходные данные для расчета системы зануления брать по варианту (см. табл. 4.5).

Таблица 4.5 - Исходные данные для расчета системы зануления

Номер варианта	Мощность трансформатора (для определения $Z_T/3$ ), кВ·А	Мощность Электродвигателя $P_э$ , кВт	Длина провода в пределах участка $l$ , м	Форма нулевого проводника и формула для расчета сечения	Параметры сечения, м
1	25	15	50	Труба $S_{тр} = \frac{\pi}{4}(D_{тр}^2 - d_{тр}^2)$	$D=5 \cdot 10^{-3}$ $d=4,5 \cdot 10^{-3}$
2	30	25	45	Полоса $S_{п} = ab$	$a=5 \cdot 10^{-3}$ $b=12 \cdot 10^{-3}$
3	40	10	20	Пруток $S_{пр} = c^2$	$c=6 \cdot 10^{-3}$
4	50	5	15	Труба $S_{тр} = \frac{\pi}{4}(D_{тр}^2 - d_{тр}^2)$	$D=6 \cdot 10^{-3}$ $d=5 \cdot 10^{-3}$
5	63	20	25	Полоса $S_{п} = ab$	$a=6 \cdot 10^{-3}$ $b=14 \cdot 10^{-3}$
6	100	35	10	Пруток $S_{пр} = c^2$	$c=7 \cdot 10^{-3}$
7	160	15	30	Труба $S_{тр} = \frac{\pi}{4}(D_{тр}^2 - d_{тр}^2)$	$D=8 \cdot 10^{-3}$ $d=6,7 \cdot 10^{-3}$
8	250	30	40	Полоса $S_{п} = ab$	$a=8 \cdot 10^{-3}$ $b=16 \cdot 10^{-3}$

Номер варианта	Мощность трансформатора (для определения $Z_T/3$ ), кВ·А	Мощность Электродвигателя $P_{\Sigma}$ , кВт	Длина провода в пределах участка $l$ , м	Форма нулевого проводника и формула для расчета сечения	Параметры сечения, м
9	320	25	35	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=8 \cdot 10^{-3}$
10	400	10	65	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=10 \cdot 10^{-3}$ $d=8,2 \cdot 10^{-3}$
11	560	5	12	Полоса $S_{п} = ab$	$a=9 \cdot 10^{-3}$ $b=18 \cdot 10^{-3}$
12	630	20	31	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=9 \cdot 10^{-3}$
13	750	35	60	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=12 \cdot 10^{-3}$ $d=9,9 \cdot 10^{-3}$
14	1000	30	42	Полоса $S_{п} = ab$	$a=10 \cdot 10^{-3}$ $b=20 \cdot 10^{-3}$
15	25	15	17	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=10 \cdot 10^{-3}$
16	30	25	24	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=14 \cdot 10^{-3}$ $d=11,5 \cdot 10^{-3}$
17	40	10	39	Полоса $S_{п} = ab$	$a=11 \cdot 10^{-3}$ $b=22 \cdot 10^{-3}$
18	50	5	48	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=11 \cdot 10^{-3}$
19	63	20	11	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=16 \cdot 10^{-3}$ $d=13,2 \cdot 10^{-3}$
20	100	35	62	Полоса $S_{п} = ab$	$a=12 \cdot 10^{-3}$ $b=25 \cdot 10^{-3}$
21	160	15	23	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=12 \cdot 10^{-3}$
22	250	25	51	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=18 \cdot 10^{-3}$ $d=15 \cdot 10^{-3}$
23	320	10	5	Полоса $S_{п} = ab$	$a=13 \cdot 10^{-3}$ $b=30 \cdot 10^{-3}$
24	400	5	13	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=14 \cdot 10^{-3}$
25	560	20	56	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=20 \cdot 10^{-3}$ $d=17 \cdot 10^{-3}$
26	630	35	9	Полоса $S_{п} = ab$	$a=18 \cdot 10^{-3}$ $b=35 \cdot 10^{-3}$
27	750	30	21	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=15 \cdot 10^{-3}$
28	1000	15	34	Труба $S_{tp} = \frac{\pi}{4}(D_{tp}^2 - d_{tp}^2)$	$D=22 \cdot 10^{-3}$ $d=18,8 \cdot 10^{-3}$
29	63	10	46	Полоса $S_{п} = ab$	$a=20 \cdot 10^{-3}$ $b=40 \cdot 10^{-3}$
30	400	5	8	Пруток $S_{np} = c^2$	$c=16 \cdot 10^{-3}$

\*Примечание: для всех вариантов одинаковы следующие параметры: коэффициент надежности  $k=3$ ; фазное напряжение  $U_{\phi} = 220$  В; удельное сопротивление стали  $\rho_{ст}=1 \cdot 10^{-7}$  Ом·м и алюминиевого проводника  $\rho_{пр} = 2,53 \cdot 10^{-8}$  Ом·м; диаметр провода кабеля  $D = 6 \cdot 10^{-3}$  м.



Таблица 4.6 - Сопротивление одной обмотки трансформатора

Мощность трансформатора, кВ·А	$Z_T/3$ , Ом	Мощность трансформатора, кВ·А	$Z_T/3$ , Ом	Мощность трансформатора, кВ·А	$Z_T/3$ , Ом
25	1,37	100	0,266	560	0,071
30	1,11	160	0,162	630	0,040
40	0,649	250	0,104	750	0,0364
540	0,722	320	0,0847	1000	0,042
63	0,412	400	0,060		

### **Пример решения расчета системы зануления**

*Задание.* Рассчитать систему зануления и сделать вывод.

Коэффициент надежности  $k$  равен 3; мощность электродвигателя  $P_{\Sigma}$  равна 15 кВт ( $15 \cdot 10^3$  Вт); длина провода в пределах участка  $\ell$  равна 50 м; фазное напряжение  $U_{\phi}$  равно 220 В; диаметр провода подводящего кабеля  $D$  равен  $6 \cdot 10^{-3}$  м; удельное сопротивление алюминиевого проводника  $\rho_{\text{пр}}$  равно  $2,53 \cdot 10^{-8}$  Ом·м; удельное сопротивление стали  $\rho_{\text{ст}}$  равно  $1 \cdot 10^{-7}$  Ом·м; нулевой проводник – труба.

Определяем номинальный ток электродвигателя, пусковой и ток короткого замыкания:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\Sigma}}{3U_{\phi}}, \text{ А} \quad (4.9)$$

$$I_{\text{ном}} = \frac{15 \cdot 10^3}{3 \cdot 220} \approx 22,7 \text{ А}.$$

$$I_{\text{пуск}} = 3I_{\text{ном}}, \text{ А} \quad (4.10)$$

$$I_{\text{пуск}} = 3 \cdot 22,7 = 68,1 \text{ А}.$$

$$I_{\text{к.з}} = 1,5I_{\text{пуск}}, \text{ А} \quad (4.11)$$

$$I_{\text{к.з}} = 1,5 \cdot 68,1 = 102,15 \text{ А}.$$

Рассчитываем активное сопротивление фазного алюминиевого провода

$$R_{\phi} = \rho_{\text{пр}} l / S, \quad (4.12)$$

где  $S$  – площадь сечения кабеля,  $\text{м}^2$ ,

$$S = \pi D^2 / 4, \text{ м}^2 \quad (4.13)$$

$$S = (3,14 \cdot 36 \cdot 10^{-6}) / 4 \approx 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

$$R_{\phi} = \frac{2,53 \cdot 10^{-8} \cdot 50}{2,8 \cdot 10^{-5}} = 0,045 \text{ Ом}.$$

Вычисляем активное сопротивление нулевого проводника:

$$R_{\text{н}} = \frac{\rho_{\text{ст}} l}{S_{\text{тр}}}, \quad (4.14)$$

где  $S_{\text{тр}}$  – площадь поперечного сечения трубы,  $\text{м}^2$ ,

$$S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{тр}}^2 - d_{\text{тр}}^2), \text{ м}^2 \quad (4.15)$$

$$S_{\text{тр.}} = \frac{3,14}{4} \left( (5 \cdot 10^{-3})^2 - (4,5 \cdot 10^{-3})^2 \right) = 3,73 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

$$R_{\text{н}} = \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 50}{3,73 \cdot 10^{-6}} = 13,4 \cdot 10^{-2} = 1,34 \text{ Ом}.$$

Определяем сопротивление взаимной индукции между проводами:

$$X_{\Pi} = \omega \mu_0 l / \pi \ln(2\delta / D), \quad (4.16)$$

где  $\mu_0$  – абсолютная магнитная проницаемость вакуума,  $\text{Гн/м}$ ,  $\mu_0$  равно  $4\pi 10^{-7}$ ;

$\delta$  – расстояние между проводами,  $\delta \approx 5 \text{ мм}$  равно  $0,005 \text{ м}$ ;

$\omega$  – циклическая частота,  $\omega$  равна  $2\pi f$  равно  $2 \cdot 3,14 \cdot 50$  равно  $314 \text{ рад/с}$ ;

$f$  – промышленная частота,  $f$  равна  $50 \text{ Гц}$ .

$$X_{\Pi} = \frac{314 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50}{\pi} \ln \left( \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}} \right) = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}.$$

Вычисляем полное сопротивление петли «фаза-нуль»:

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\Phi} + R_{\text{н}})^2 + X_{\Pi}^2}, \text{ Ом} \quad (4.17)$$

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(0,045 + 1,34)^2 + (3,2 \cdot 10^{-3})^2} = 1,39 \text{ Ом}.$$

Определяем ток короткого замыкания петли «фаза-нуль»:

$$I'_{\text{к.з}} = \frac{U_{\Phi}}{Z_{\text{Т}}/3 + Z_{\Pi}}, \text{ А} \quad (4.18)$$

$$I'_{\text{к.з}} = \frac{220}{1,37 + 1,39} = 79,7 \text{ А}.$$

Для надежного и быстрого отключения необходимо, чтобы ток короткого замыкания  $I_{\text{к.з}}$  превосходил номинальный ток срабатывания защиты.

Определяем соответствие условию  $I'_{\text{к.з}} \geq k I_{\text{ном}}$ :

$$79,9 \text{ А} \geq 3 \cdot 22,7 \text{ А}, \text{ следовательно } 79,9 \text{ А} > 68,1 \text{ А}.$$

Вывод: принимаемая система зануления удовлетворяет условию  $I'_{к.з} \geq k I_{ном}$ , если условие не выполняется, то оборудование нельзя будет использовать, ввиду частого ложного срабатывания автомата.

#### **4.3 Расчет производительности общеобменной вентиляции при загрязнении воздуха вредными веществами и установочной мощности электродвигателя для вентилятора**

При современном уровне развития производства требование полного отсутствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны является часто нереальным, требующим неоправданно больших материальных затрат. В связи с этим особую значимость приобретает гигиеническая регламентация содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [5]

*Вредное вещество* – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Выделяющиеся на производстве вредные газы и пары образуют с воздухом газо- и паровоздушные смеси, а жидкие и твердые частицы - аэрозоли. *Аэрозоли* называют туманами, если они образованы каплями жидкости, и пылями, если они образованы твердыми частицами.

Основным нормирующим показателем содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются их предельно допустимые концентрации (ПДК).

*ПДК* – это максимальное содержание вредного вещества, выраженное в миллиграммах, в одном кубическом метре воздуха, которое при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не может вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, современными методами исследования в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений.

В соответствии с заданием рассчитать необходимое количество воздуха для общеобменной вентиляции при загрязнении его вредными веществами и выбрать вентилятор по рассчитанной установочной мощности.

Параметры для расчета брать по варианту (см. табл. 4.7).

Таблица 4.7 - Исходные данные для расчета производительности общеобменной вентиляции при загрязнении воздуха вредными веществами

Номер варианта	$k$	$V_{\text{пом}}, \text{м}^3$	$M, \text{мг/ч}$	$Z_{\text{уд.з}}, \text{мг/м}^3$	$Z_{\text{уд}}, \text{мг/м}^3$	Номер варианта	$k$	$V_{\text{пом}}, \text{м}^3$	$M, \text{мг/ч}$	$Z_{\text{уд.з}}, \text{мг/м}^3$	$Z_{\text{уд}}, \text{мг/м}^3$
1	5	100	1800	0,3	0,5	16	12	150	1900	0,3	0,5
2	8	150	1200	0,25	0,7	17	13	100	2000	0,4	0,7
3	17	200	1300	0,05	0,2	18	14	150	2100	0,6	0,8
4	11	250	2500	0,25	0,4	19	18	200	2200	0,3	0,4
5	8	300	1900	0,1	0,2	20	19	250	2300	0,2	0,5
6	16	350	2000	0,15	0,25	21	21	300	2400	0,1	0,3
7	6	400	2700	0,2	0,4	22	20	350	2500	0,2	0,4
8	6	450	2900	0,15	0,30	23	17	400	2600	0,3	0,5
9	11	500	300	0,3	0,5	24	5	450	2700	0,4	0,6
10	15	450	1200	0,4	0,6	25	8	500	2800	0,5	0,7
11	21	400	1100	0,1	0,25	26	17	450	2900	0,15	0,30
12	9	350	100	0,5	0,7	27	11	400	300	0,20	0,4
13	8	300	900	0,4	0,6	28	8	350	3100	0,25	0,45
14	20	250	800	0,3	0,5	29	16	300	3200	0,3	0,45
15	10	200	1800	0,2	0,4	30	6	250	2900	0,5	0,7

В табл. 4.8 приведены рекомендуемые значения кратности воздухообмена в цехах ремонтных предприятий. Такую кратность можно использовать и для других производств.

Таблица 4.8 - Кратность воздухообмена в цехах ремонтных предприятий

Технологические объекты предприятия	Кратность воздухообмена
Участок наружной мойки и разборки машин	5
Участок диагностики и дефектовки	8
Участок окраски и сушки	17
Участок приготовления лаков и красок	11
Помещения очистных сооружений	8
Участок сварки	16
Участок вулканизации	6
Участок слесарный	6
Участок медницкий	11
Ремонт электрооборудования	15
Участок ремонта двигателей	21
Участок проверки топливной аппаратуры	9
Участок механический	8
Кузнечное отделение	20

\*Примечание: если нет исследуемого технологического объекта, то необходимо обратиться к своду правил СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 [5]

### Пример решения расчета

**Задание.** Рассчитать общеобменную вентиляцию при загрязнении воздуха вредными веществами и установочную мощность электродвигателя для вентилятора, и сделать вывод.

Произведем расчет воздуха для общеобменной вентиляции при загрязнении его вредными веществами и по справочным данным подберем вентилятор для общеобменной вентиляции по найденной мощности электродвигателя. В технологическом процессе используется вредное вещество, его среднесуточная ПДК<sub>вр.вещ.</sub> равна 0,3 мг/м<sup>3</sup>; концентрация загрязнения подаваемого (приточного) на участок воздуха  $Z_{\text{пр}}$  равна 0; концентрация удаляемых вредных веществ за пределы рабочей зоны  $Z_{\text{уд.з.}}$  равна 0,3 мг/м<sup>3</sup>, а удаляемых из помещения –  $Z_{\text{уд}}$  равна 0,5 мг/м<sup>3</sup>; кратность воздухообмена  $K$  равна 5; объем помещения  $V_{\text{пом}}$  равен 100 м<sup>3</sup>; количество поступающего в помещение вредного вещества  $M$  равна 1800 мг/ч.

По формуле 4.19 вычислим количество воздуха, удаляемого из рабочей зоны

$$L_{\text{уд}} = k \cdot V, \quad (4.19)$$

где  $k$  — кратность воздухообмена, определяющая, сколько раз в течение часа следует изменять воздух в помещении;

$V$  — объем помещения.

Для участка наружной мойки и разборки машин примем  $k$  равный 5.

$$L_{\text{уд}} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество воздуха, подаваемого в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды  $L_{\text{вр.}}$  (м<sup>3</sup>/ч), для уменьшения концентрации пыли, вредных газов или паров, выделяющихся на рабочем месте и в производственном помещении в целом, определяется по формуле 4.20

$$L_{\text{вр}} = L_{\text{уд}} + \frac{M - L_{\text{уд}}(Z_{\text{уд.з.}} - Z_{\text{пр}})}{(Z_{\text{уд}} - Z_{\text{пр}})}, \quad (4.20)$$

где  $L_{\text{уд}}$  — количество воздуха, удаляемого из рабочей зоны в час, м<sup>3</sup>/ч;

$M$  — количество вредных веществ, поступающих в помещение, мг/ч;

$Z_{\text{уд.з.}}$ ,  $Z_{\text{уд}}$  — концентрация в воздухе загрязняющих веществ, удаляемых из рабочей зоны и из помещения, соответственно, мг/м<sup>3</sup>;

$Z_{\text{пр}}$  – концентрация вредных веществ в поступающем (приточном) воздухе, мг/м<sup>3</sup> (обычно  $Z_{\text{пр}} = 0$ ).

$$L_{\text{вп}} = 500 + \frac{1800 - 500 \cdot 0,3}{0,5} = 3800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При загрязнении воздуха данного участка вредными веществами устройство для общеобменной вентиляции должно иметь производительность  $L_{\text{вп}} = 3800 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Установочную мощность электродвигателя для вентилятора ( $N$ , кВт) рассчитывают по формуле 4.21:

$$N = \frac{K_3 L P_{\text{в}} \cdot 10^{-3}}{3,6 \eta_{\text{в}} \eta_{\text{н}}}, \quad (4.21)$$

где  $K_3$  — коэффициент запаса ( $K_3$  равный 1,05—1,5);

$P_{\text{в}}$  — давление, развиваемое вентилятором, расходуется на преодоление сопротивлений во всасывающем и нагнетательном воздуховодах равное 0,2 кПа (по расчетной производительности выбрать вентилятор с наименьшим близким давлением по Приложению Б, взять характеристики данного вентилятора для расчета установочной мощности и подобрать вентилятор по полученной мощности);

$\eta_{\text{в}}$  — КПД вентилятора (принимается по характеристике вентилятора);

$\eta_{\text{н}}$  — КПД привода, который при плоскоременной передаче равен 0,9, при клиноремной — 0,95, при непосредственной установке колеса на валу двигателя — 1, при присоединении колеса через муфту — 0,98.

Определим установочную мощность электродвигателя для вентилятора по формуле 4.21:

$$N = \frac{1,1 \cdot 3,8 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,33 \text{ кВт}.$$

Выбор вентиляторов и двигателей производят см. по таблицам Приложения В. В таблицах приведены необходимые данные из справочника.

Требуется подобрать вентилятор производительностью,  $L$  равной 3,8 тыс. м<sup>3</sup>/ч при давлении центробежного вентилятора  $P_{\text{в}}$  равном 200 Па. Для выбранного центробежного вентилятора низкого давления Ц4-70 № 2,5 характеристики которого представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Тип вентилятора, соответствующей вычисленной мощности Ц4-70 №2,5

Обозначение для заказа	№ вентилятора	Частота вращения, об/мин	Диаметр колеса, % от но- минального	Электродвигатели серии			Масса вен- тилятора (кг) с элек- тродвига- телем се- рии
				АО и АО2			
				тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	АО2
Ц4-70 (исполнение 1)							
A2,5 095-26	2,5	Равна частоте враще- ния электрододвига- теля	95	АОЛ21-2	0,4	2800	30

Вывод: в производственном помещении со значительным выделением вредных веществ объем приточного воздуха, необходимого для снижения концентрации пыли, вредных газов или паров  $L_{вр} = 3800 \text{ м}^3/\text{ч}$ , подобран вентилятор типа Ц4-70 № 2,5.

#### 4.4 Расчет продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот

*Вибрация* – возвратно-поступательное движение твердого тела – весьма распространенное явление, возникающее при работе многих механизмов и машин. При ее оценке учитываются следующие характеристики:

- частота;
- амплитуда колебаний;
- период колебаний;
- виброскорость;
- виброускорение.

По характеру контакта с вибрирующим механизмом различают следующие виды вибрации:

- местную – передается через конечности, возникает при работе с ручным или ножным инструментом;
- общую – передается через весь опорно-двигательный аппарат, обычно возникает во время поездок на транспорте;
- смешанную.

*Вибрационная защита* – совокупность средств и методов уменьшения вибрации, воспринимаемой защищаемыми объектами.

*Виброскорость* – производная виброперемещения по времени.

*Виброускорение* – производная виброскорости по времени.

Задачей обеспечения вибрационной безопасности является предотвращение условий, при которых воздействие вибрации могло бы привести к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда (особенно для лиц профессий, требующих при выполнении производственного задания исключительного внимания во избежание возникновения опасных ситуаций, например водителей транспортных средств).

Вибрация, создаваемая машинами, механизированным инструментом и оборудованием (далее - машины), способна привести как к нарушениям в работе и выходу из строя самих машин, так и служить причиной повреждения других технических и строительных объектов. Это может повлечь за собой возникновение аварийных ситуаций и, в конечном счете, неблагоприятных воздействий на человека, получение им травм. Поэтому контроль за вибрационным состоянием машин и вибропрочностью объектов также относят (в широком смысле) к мерам по обеспечению вибрационной безопасности, однако данная проблема не входит в область применения настоящего стандарта.

Для того чтобы требования обеспечения безопасности труда и, в частности, вибрационной безопасности, были выполнены в комплексе, им следует уделять должное внимание на самых разных уровнях – от уровня предприятия до национального и даже международного.

В соответствии с заданием рассчитать продолжительность рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот.

***Пример выполнения расчета продолжительности рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот***



**Задание.** Рассчитать продолжительность рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот и сделать вывод.

Параметры для расчета брать по варианту (см. табл. 4.10).

Таблица 4.10 - Исходные данные для расчета

№ варианта	Виброскорость $V$ , м/с·10 <sup>-2</sup>				№ варианта	Виброскорость $V$ , м/с·10 <sup>-2</sup>			
	8 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц		8 Гц	16 Гц	31,5 Гц	63 Гц
1	1	0,8	1	1,6	16	2,1	0,7	1,1	2,0
2	2	0,8	1,1	1,3	17	2,3	1	1,1	0,9
3	1	1	2	1,2	18	0,8	0,8	2	0,9
4	1,1	1,2	1,3	1,5	19	1,7	1	1,3	0,8
5	1,2	2,1	1,1	2,3	20	1,7	1,2	1,1	1,1
6	2,1	1,1	1,1	2,0	21	1	2,1	1,1	1,3
7	2,3	0,8	1,1	0,9	22	2	1,1	1,1	1,3
8	0,8	0,7	2	0,9	23	1	0,8	2	1,2
9	1,7	1	1,3	0,8	24	1,1	0,7	1,3	1,5
10	1,4	0,8	1,1	1,1	25	1,2	1	1,1	2,3
11	1	1	1,1	1,3	26	2,1	0,8	1,1	2,0
12	2	1,2	1,1	1,3	27	2,3	1	1,1	0,9
13	1	2,1	2	1,2	28	0,8	1,2	2	0,9
14	1,1	1,1	1,3	1,5	29	1,7	2,1	1,3	0,8
15	1,2	0,8	1,1	2,3	30	1,9	1,1	1,1	1,1

Таблица 4.11 - Значения весовых коэффициентов для виброскорости по ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Весовой коэффициент $K_i$
8	0,5
16	1,0
31,5	1,0
63	1,0

Санитарная норма одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч для локальной вибрации показана в табл. 4.12.

Таблица 4.12 - Санитарная норма одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора

Виброскорость $V$ , м/с	Виброускорение $U$ , м/с <sup>2</sup>
$2 \cdot 10^{-2}$	2

Корректированные значения виброскорости  $\tilde{V}$ , виброускорения  $\tilde{U}$  и их уровни определяются по формуле (4.22):

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i K_i)^2}, \quad (4.22)$$

где  $V_i$  или  $U_i$  – квадратическое значение контролируемого параметра вибрации

(виброскорости или виброускорения) и его логарифмический уровень в  $i$ -й частотной полосе, м/с;

$n$  – число частотных полос в нормируемом диапазоне;

$K_i$  – весовые коэффициенты для  $i$ -й частотной полосы для среднеквадратического значения (табл. 4.11) контролируемого параметра или его логарифмического уровня (задаются ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ). [3]

При превышении допустимых параметров вибрации в 1,12 раза или на 1 дБ на рабочем месте нормативные документы предписывают ограничивать продолжительность рабочего времени. При превышении вибрации более чем в четыре раза или на 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

Норму вибрационной нагрузки на оператора по спектральным и скорректированным по частоте значениям контролируемого параметра ( $U(t)$ ) при длительности воздействия вибрации менее 8 ч (480 мин) определяют по формуле (4.23):

$$U_t = U_{480} \sqrt{\frac{480}{T}}, \quad (4.23)$$

где  $U_{480}$  – норма вибрационной нагрузки на оператора для длительности воздействия вибрации,  $U_{480} = 480$  мин.

Таким образом, продолжительность рабочего дня определяется по формуле (4.24):

$$T = \frac{U_{480}^2}{U_t^2} 480. \quad (4.24)$$

Таблица 4.13 - Значения виброскорости локальной вибрации на нескольких частотах (на примере 1-го варианта)

Октавная полоса частот, Гц	Виброскорость, $V$ м/с
8	0,01
16	0,008
31,5	0,01
63	0,016

Для определения скорректированного значения виброскорости подставим заданные значения в формулу (4.22):

$$V = \sqrt{(0,01 \cdot 0,5)^2 + 0,008^2 + 0,01^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ м/с.}$$

Продолжительность рабочего дня при заданных значения виброскорости составит:

$$T = \frac{0,02^2}{0,024^2} \cdot 480 = 333 \text{ мин} = 6 \text{ ч. } 30 \text{ мин.}$$

*Вывод:* продолжительность рабочего дня в условиях воздействия вибрации от нескольких источников в разных октавных полосах частот составит 6 ч. 30 мин, что не нарушает норму вибрационной нагрузки на оператора по спектральным и скорректированным по частоте значениям.

#### 4.5 Расчет оценки зон теплового воздействия при горении зданий и других промышленных объектов

В соответствии с заданием Вашего варианта определить оценку зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов и вещества, находящиеся в зоне теплового воздействия.

Параметры для расчета брать по варианту (см. табл. 4.14).

Таблица 4.14 - Исходные данные для определения оценки зон теплового воздействия при горении зданий и других промышленных объектов

№ вари- анта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Вещество	
1	8	80	15	ацетон	безопасное нахождение людей
2	10	90	25	мазут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
3	12	60	20	нефть	возгорание ГЖ через 3 минуты
4	16	75	16	керосин	возгорание древесины через 5 минут
5	12	100	18	бензин	возгорание древесины через 10 минут
6	10	120	21	бензол	безопасное нахождение людей
7	9	90	25	ацетон	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
8	12	85	22	керосин	возгорание ГЖ через 3 минуты
9	10	95	20	мазут	возгорание древесины через 5 минут
10	8	120	12	нефть	возгорание древесины через 10 минут
11	9	110	10	керосин	безопасное нахождение людей
12	12	90	14	бензин	возгорание ГЖ через 3 минуты
13	8	150	20	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
14	9	130	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
15	10	90	20	бензин	возгорание древесины через 5 минут
16	8	100	15	мазут	возгорание древесины через 10 минут
17	6	120	21	нефть	безопасное нахождение людей
18	12	90	12	керосин	возгорание древесины через 5 минут
19	10	160	10	бензин	безопасное нахождение людей
20	15	100	15	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
21	12	140	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
23	8	140	16	мазут	возгорание древесины через 10 минут
24	9	105	15	нефть	безопасное нахождение людей
25	10	80	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
26	12	160	20	бензин	безопасное нахождение людей
27	10	85	24	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
28	8	100	28	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	Вещество	
29	9	140	26	бензол	возгорание древесины через 5 минут
30	10	110	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
31	9	180	16	бензин	безопасное нахождение людей

Таблица 4.15 - Теплотехнические характеристики материалов и веществ

Плотность потока пламени пожара, $q^{cob}$ , кВт/м <sup>2</sup>						
Ацетон	Бензол	Бензин	Керосин	Мазут	Нефть	Древесина
1200	2500	1780–1220	1520	1300	874	260

Таблица 4.16 - Критические значения плотностей потока, падающего излучения

Критические значения плотностей потока, $q_{кр}$ , кВт/м <sup>2</sup>				
Безопасное нахождение человека	возгорание древесины через 10 минут	возгорание древесины через 5 минут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты	возгорание ГЖ через 3 минуты
1,5	14,0	17,5	35,0	41,0

\*Примечание: ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т.п.); ЛВЖ – легковоспламеняемые жидкости (ацетон, бензол, спирт).

### ***Пример выполнения расчета оценки зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов и вещества***

**Задание.** Определить оценку зон теплового воздействия при горении зданий и др. промышленных объектов и веществ, находящихся в зоне теплового воздействия и сделать вывод.

Расчет протяженности зон теплового воздействия  $R$ , м, при горении зданий и промышленных объектов производится по формуле (4.25):

$$R = 0,282R^* \cdot \sqrt{\frac{q^{cob}}{q_{кр}}}, \quad (4.25)$$

где  $q^{cob}$  — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м<sup>2</sup>, (табл. 4.16);

$q_{кр}$  — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м<sup>2</sup> (табл. 4.15);

$R^*$  — приведенный размер очага горения, м, равный:

–  $\sqrt{\ell \cdot h}$  — для горящих зданий;

–  $0,8 \cdot D_{рез}$  — для горения нефтепродуктов в резервуаре;

$\ell, h$  — длина и высота объекта горения, м;

$D_{\text{рез}}$  — диаметр резервуара, м.

Рассчитаем протяженность зоны теплового воздействия  $R$ , м безопасного нахождения людей при горении деревянного здания и резервуара с бензина (на примере 31 варианта) по формуле 4.25:

При горении деревянного здания:

$$R = 0,282 \cdot \sqrt{9 \cdot 180} \cdot \sqrt{\frac{260}{1,5}} = 149,48 \text{ м.}$$

При горении резервуара с бензином:

$$R = 0,282 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{\frac{1200}{1,5}} = 102 \text{ м.}$$

Вывод: граница зоны появления ожогов II степени при безопасном нахождении людей находятся на расстоянии 149,48 метра от горящего здания, и при горении резервуара с бензином протяженность зоны теплового воздействия составит 102 метра.

### Перечень использованных информационных ресурсов

1. **Белов, С. В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 350 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03237-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492040> (дата обращения: 05.09.2022).

2 **Белов, С. В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 362 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03239-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492041> (дата обращения: 05.09.2022).

3. **Занько, Н. Г.** Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак; под ред. О. Н. Русака. — 13-е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 672 с.: ил. — ISBN 978-5-8114-0284-7. — Текст: непосредственный.

4. **Гапонов, В.Л.** Техносферная безопасность. Расчёты: учеб. пособие для вузов [текст] /В.Л. Гапонов [и др.]. – Ростов н/Д.: Издательский центр ДГТУ, 2012. – 131 с. – ISBN 978-5-7890-0737-2. – Текст: непосредственный.

5. Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Безопасность труда» / Е.Ю. Гапонова и др. ФГБОУ ВО ДГТУ – Ростов н/Д., 2022. – 64 с. – URL: <https://ntb.donstu.ru/content/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti-v-tehnosfere-metodicheskie-ukaza-niya-po-vypolneniyu-prakticheskikh-rabot-po-discipline-bezopasnost-truda> (дата обращения 01.07.2025 г.). – Режим доступа: для зарегистрир. читателей ДГТУ. – Текст: электронный.

6. Официальный сайт сети центров нормативно-технической документации «ТЕХЭКСПЕРТ» [сайт]. – 2025. – URL: <http://www.cntd.ru/online.html> (дата обращения 01.07.2025 г.). –Текст: электронный.

# Приложения

## Приложение А



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

Факультет «\_\_\_\_\_»  
наименование факультета

Кафедра «\_\_\_\_\_»  
наименование кафедры

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Дисциплина (модуль) «\_\_\_\_\_»  
наименование учебной дисциплины (модуля)

Направление подготовки \_\_\_\_\_  
код наименование направления подготовки

Направленность (профиль) \_\_\_\_\_

Номер зачетной книжки \_\_\_\_\_ Номер варианта \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Обучающийся \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О. Фамилия

Контрольную работу проверил \_\_\_\_\_  
подпись, дата должность, И.О. Фамилия

Ростов-на-Дону

20\_\_

## Приложение Б

Тип лампы	Световой поток, Лм	Мощность, Вт
<b>Пылевлагозащищенные светодиодные светильники</b>		
Светодиодный светильник CC 04-Y-C-48-1500.130.15-4-0-65	5460	48
Светодиодный светильник CC 04-Y-A-48-1500.130.15-4-0-65	6090	48
Светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-M-12-590.130.15-4-0-65	1350	12
Светодиодный светильник ViLED CC 04-Y-C-24-1500.65.15-4-0-65	3090	24
Светодиодный светильник ViLED CC 04-Y-K-48-1500.130.15-4-0-65	6260	48
Светодиодный светильник ViLED CC 04-Y-M-24-1500.65.15-4-0-65	2640	24
Светодиодный светильник ViLED CC 01-B-K-24-590.590.60-4-0-65	3270	24
Светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-M-12-590.130.35-4-0-65	1530	12
Светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-A-36-1190.130.15-4-0-65	4920	36
Светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-C-36-1190.130.15-4-0-65	4780	36
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-C-24-1190.130.15-4-0-65	3000	24
светодиодный светильник ViLED CC T1-Y-H-96-523.100.151-4-0-67	12480	96
светодиодный светильник ViLED CC T1-Y-H-64-523.100.151-4-0-67	8320	64
светодиодный светильник ViLED CC T1-Y-H-192-716.100.154-4-0-67	24960	192
светодиодный светильник ViLED CC T1-Y-H-128-716.100.154-4-0-67	16640	128
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-64-366.100.143-4-0-67	8000	64
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-48-266.100.143-4-0-67	6000	48
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-192-366.205.143-4-0-67	24000	192
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-288-366.310.143-4-0-67	36000	288
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-128-366.205.143-4-0-67	16000	128
светодиодный светильник ViLED CC M2-K-H-96-366.100.143-4-0-67	12000	96
светодиодный светильник. ViLED CC M3-O-H-288-366.310.260-4-0-67	37400	288
светодиодный светильник ViLED CC M1-MK-H-288-366.312.143-4-0-67	37440	288
светодиодный светильник ViLED CC M1-MK-H-144-266.312.143-4-0-67	18720	144
светодиодный светильник ViLED CC M1-MK-H-128-366.210.150-4-0-67	16640	128

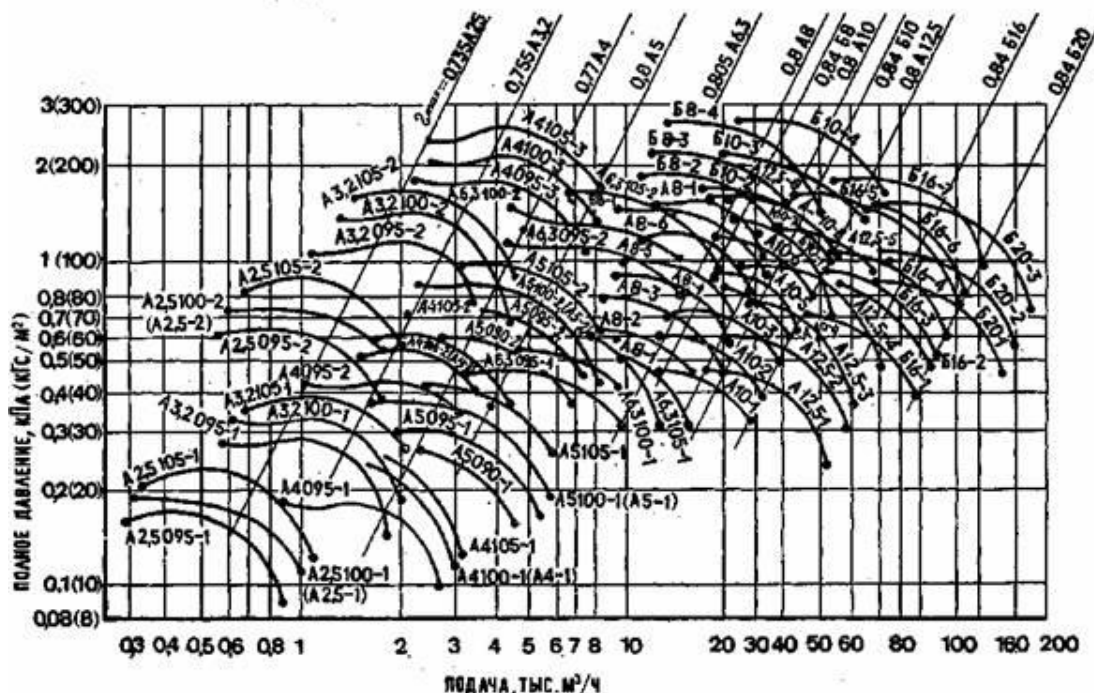


Тип лампы	Световой поток, Лм	Мощность, Вт
<b>Светодиодные светильники для производства</b>		
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-A-36-1190.130.15-4-0-65	4920	36
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-M-12-590.130.15-4-0-65	1350	12
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-K-24-1190.130.15-4-0-65	3270	24
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-K-48-1190.130.15-4-0-65	6140	48
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-K-12-590.130.15-4-0-65	1730	12
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-M-24-1190.130.15-4-0-65	2590	24
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-M-36-1190.130.15-4-0-65	4090	36
светодиодный светильник ViLED CC 03-Y-C-48-1190.130.15-4-0-65	6540	48
светодиодный светильник ViLED CC T1-Y-H-96-523.100.151-4-0-67	12480	96
светодиодный светильник. ViLED CC M3-O-H-192-366.205.207-4-0-67	24960	192
светодиодный светильник. ViLED CC M3-O-H-288-366.310.260-4-0-67	37440	288
светодиодный светильник. ViLED CC M3-O-H-64-366.100.160-4-0-67	8320	64
светодиодный светильник. ViLED CC M3-O-H-96-366.100.160-4-0-67	12480	96
светодиодный светильник ViLED CC M1-Y-H-128-366.205.173-4-0-67	16640	128
SVT-STR-M-61W-TRIO90 SVT-STR-M-61W-TRIO90	25200	183
Промышленный светильник SVT-P-UL-100W QUATTRO SVT-P-UL-100W QUATTRO	42720	400
Промышленный светильник SVT-STR-M-48W-DUO90 SVT-STR-M-48W-DUO90	13440	96
SVT-P-UL-100W TRIO SVT-P-UL-100W TRIO	32040	300
SVT-P-I-1280-50W-T SVT-P-I-1280-50W-T	5530	50
SVT-STR-M-61W-DUO90 SVT-STR-M-61W-DUO90	16800	122
SVT-P-UL-100W SVT-P-UL-100W	10680	100
Промышленный светильник SVT-STR-M-48W-TRIO90 SVT-STR-M-48W-TRIO90	20160	144
SVT-P-A-990-60W SVT-P-A-990-60W	5600	60
SVT-P-I-1280-65W-M SVT-P-I-1280-65W-M	6400	65
SVT-P-Fort-1500-64W SVT-P-Fort-1500-64W	7680	64
SVT-STR-M-61W-TRIO SVT-STR-M-61W-TRIO	25200	183
SVT-STR-M-96W-DUO SVT-STR-M-96W-DUO	26880	192
SVT-STR-M-96W-TRIO-C SVT-STR-M-96W-TRIO-C	40320	288
SVT-STR-COB-120W-60 SVT-STR-COB-120W-60	18000	120
SVT-STR-COB-180W-120 SVT-STR-COB-180W-120	27000	180
SVT-STR-COB-240W-120 SVT-STR-COB-240W-120	36000	240
SVT-STR-COB-180W-120 DUO SVT-STR-COB-180W-120 DUO	54000	360

Тип лампы	Световой поток, Лм	Мощность, Вт
<b>Подвесные светодиодные светильники для складов</b>		
светодиодный светильник CC 04-У-М-48-1500.130.15-4-0-65	4670	48
светодиодный светильник CC 04-У-С-48-1500.130.15-4-0-65	5460	48
Светодиодный светильник ViLED CC 04-У-К-36-1500.130.15-4-0-65	5090	36
светодиодный светильник ViLED CC 04-У-К-24-1500.65.15-4-0-65	3230	24
светодиодный светильник CC 04-У-А-48-1500.130.15-4-0-65	6090	48
светодиодный светильник ViLED CC 04-У-А-24-1500.65.15-4-0-65	3250	24
светодиодный светильник ViLED CC 04-У-М-36-1500.130.15-4-0-65	4270	36
светодиодный светильник ViLED CC 04-У-М-24-1500.65.15-4-0-65	2640	24
светодиодный светильник ViLED CC 03-У-С-48-1190.130.15-4-0-65	6540	48
Промышленный светодиодный светильник Varton Olymp S10 90° 55W 6100Lm 400x340x120mm V1-I0-70106-10L06-6505550	7425	55
Промышленный светодиодный светильник Varton Olymp S10 90° 85W 9100Lm 500x340x120mm V1-I0-70107-10L06-6508550	11475	85
Промышленный светодиодный светильник Varton Triumph HB 120W 12000Lm 430x330x142mm V1-I0-70056-04L05-6512065	13800	120
Промышленный светодиодный светильник Varton Triumph HB 90W 9700Lm 430x330x142mm V1-I0-70056-04L05-6509065	10350	90
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 56W 8200Lm, 1475x109x66mm V1-IA-70155-03A00-6705640	8000	56
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 80W 8300Lm, 1475x109x66mm V1-I0-70155-03GA2-6708040	8900	80
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 80W 9800Lm, 1475x109x66mm V1-IA-70155-03D13-6708040	9800	80
Модуль ПРОДЖЕКТ 30°, 59 ° универсальный М-4, 256 Вт Mlight CC M2-256-У-Р-5К-Г30°(59°)-67	35840	256
ЖТУ07-100-008 00578	26880	192
Модуль СТРИТ, универсальный М-1, 96 Вт Mlight CC M1-96-У-Г-4К-Д-67	13440	96
Модуль СТРИТ, универсальный М-2,УВ, 128 Вт Mlight CC M2-128-УВ-Г-4К-Л-67	17920	128
Модуль СТРИТ, консольный М-3, КЛ, 288 Вт Mlight CC M3-288-КЛ-Г-4К-Л-67	40320	288
Модуль СТРИТ, универсальный М-3, 144 Вт Mlight CC M3-144-Г-4К-Д-67	20160	144
<b>Светодиодные светильники для металлообработки, сварочного цеха</b>		
светодиодный светильник ViLED CC 03-У-А-36-1190.130.15-4-0-65	4920	36
светодиодный светильник ViLED CC 03-У-М-12-590.130.15-4-0-65	1350	12
светодиодный светильник ViLED CC 03-У-К-24-1190.130.15-4-0-65	3270	24
светодиодный светильник ViLED CC 03-У-К-48-1190.130.15-4-0-65	6140	48
Промышленный светодиодный светильник Varton Olymp S10	11475	85

Тип лампы	Световой поток, Лм	Мощность, Вт
30°x110° 85W 8600Lm V1-I0-70107-10D08-6508550		
Промышленный светодиодный светильник Varton Olymp S10 30°x110° 55W 5500Lm V1-I0-70106-10D08-6505550	7425	55
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 Lens асимметрия 80W 8900Lm 1475x109x66mm V1-IA-70155-03L16-6708040	8900	80
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 Lens кососвет 44W 5700Lm 1475x109x66mm V1-IA-70155-03L17-6704440	5700	44
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 Lens кососвет 56W 6900Lm 1475x109x66mm V1-IA-70155-03L17-6705640	6900	56
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 Lens Узкая Асимметрия 44W 5400Lm 1190x109x66mm V1-IA-70156-03L15-6704440	5600	44
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 56W 8200Lm, 1475x109x66mm V1-IA-70155-03A00-6705640	8000	56
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 80W 9800Lm, 1475x109x66mm V1-IA-70155-03D13-6708040	9800	80
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 Acrylic 80W 10300Lm 1475x109x66mm V1-IA-70155-03000-6708040	10300	80
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 2.0 44W 4800Lm, 1190x109x66mm V1-I0-70156-03GD2-6704440	4800	44
Светодиодный светильник Varton Strong IP65 674x90x68mm 18W 4000К с матовым рассеивателем B1-I2-70215-03G02-6501840	1600	18
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron 36W 3000Lm 1215x109x66mm V1-I0-70072-03000-6703640	3000	36
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron Lens 15° 54W 5400Lm 1215x109x66mm V1-I0-70072-03L01-6705440	5400	54
Промышленный светодиодный светильник Varton Iron Lens 15° 18W 2200Lm 600x109x66mm V1-I0-70072-03L01-6701865	2200	18

Приложение В  
Сводный график для подбора центробежных вентиляторов:  
А — типа Ц4-70; Б — типа Ц4-76



\*Примечание: в случае, если расчетная производительность вентиляции составит более 200 тыс. м³/ч, то в этом случае необходимо воспользоваться ссылкой <https://importvent.ru> и подобрать вентилятор.

Приложение Г  
Центробежные вентиляторы низкого давления Ц4-70 и Ц4-76  
из углеродистой стали и комплектация их электродвигателями

Обозначение для заказа	№ вентилятора	Частота вращения, об/мин	Диаметр колеса, % от но- минального	Электродвигатели серии						Масса венти- лятора (кг) с электродвига- телем серии	
				АО и АО2			4А			АО2	4А
				Тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	тип	мощность, кВт	Частота вращения, об/мин		
Ц4-70 (исполнение 1)											
A2,5 095-1	2,5	Равна ча- стоте вращения электро- двигателя	95	АОЛ11-4	0,12	1400	4AA56A4	0,12	1370	27	26
A2,5 095-2a				АОЛ22-2	0,6	2800	4AA53B2	0,55	2810	31	27
A2,5 095-26				АОЛ21-2	0,4	2800	4AA63A2	0,37	2810	30	28
A2,5 100-1			100	АОЛ11-4	0,12	1400	4AA56A4	0,12	1370	27	26
A2,5 100-2				АОЛ22-2	0,6	2800	4AA63B2	0,55	2810	32	28
A2,5 105-1			105	АОЛ11-4	0,12	1400	4AA56A4	0,12	1370	27	26
A2,5 105-2				АОЛ2-11-2	0,8	2815	4A71A2	0,75	2810	34	30
A3,2 095-1	3,15 (3,2)		95	АОЛ21-4	0,27	1400	4AA63A4	0,25	1370	44	42
A3,2 095-3				АОЛ2-21-2	1,5	2850	4A80A2	1,5	2860	43	45
A3,2 100-1			100	АОЛ21-4	0,27	1400	4AA63A4	0,25	1370	46	42
A3,2 100-2a				АОЛ2-22-2	2,2	2850	4A80B2	2,2	2860	56	58
A3,2 100-26				АОЛ2-21-2	1,5	2850	4A80A2	1,5	2860	54	59
A3,2 105-1			105	АОЛ22-4	0,4	1400	4AA63B4	0,37	1370	46	42
A3,2 105-2				АОЛ22-2	2,2	2850	4A80B2	2,2	2860	57	57
A4095-1	4		95	АОЛ2-11-6	0,4	935	4A71A6	0,37	920	80	84
A4095-2				АОЛ2-11-4	0,6	1410	4A7A4	0,55	1370	82	86

Обозначение для заказа	№ вентилятора	Частота вращения, об/мин	Диаметр колеса, % от но- минального	Электродвигатели серии						Масса венти- лятора (кг) с электродвига- телем серии		
				АО и АО2			4А					
				Тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	тип	мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	АО2	4А	
A4095-3	4	Равна ча- стоте вращения электро- двигателя	95	АОЛ2-32-2	4	2900	4А100SA2	4	2880	123	113	
A4100-1			100	АОЛ2-11-6	0,4	935	4А71А6	0,37	920	81	85	
A4100-2				АОЛ2-12-4	0,8	1410	4А71В6	0,75	1370	85	89	
A4100-3				АОЛ2-41-2	5,5	2900	4А100LB2	5,5	2880	134	112	
A4105-1			105	АОЛ2-11-2	0,4	935	4А71А6	0,37	920	81	85	
A4105-2				АОЛ2-21-4	1,1	1410	4А80А4	1,1	1400	85	83	
A4105-3				АОЛ2-42-2	7,5	2900	4А112МА2	7,5	2900	134	116	
A5090-1	5		90	АОЛ2-12-6	0,6	930	4А71В6	0,55	920	113	111	
A5090-2				АОЛ2-22-4	1,5	1420	4А80В4	1,5	1400	119	117	
A5095-1			95	АОЛ2-12-6	0,6	930	4А71В6	0,55	920	114	112	
A5095-2а				АОЛ-31-4	2,2	1420	4А90LА4	2,2	1420	127	113	
A5095-2б				АОЛ-22-4	1,5	1420	4А80В4	1,5	1400	120	118	
A51002-1			100	АОЛ2-21-6	0,5	930	4А80А6	0,75	930	114	120	
A5100-2а				АОЛ-31-4	2,2	1420	4А90LА4	2,2	1420	128	114	
A5100-2б				АОЛ2-22-4	1,5	1420	4А80В4	1,5	1420	120	118	
A5105-1			105	АОЛ2-21-6	0,8	930	4А80А6	0,75	930	118	120	
A5105-2а				АОЛ2-32-4	3	1420	4А100SA4	3	1425	134	124	
A5105-2б				АОЛ2-31-4	2,2	1420	4А90LА6	3,2	1420	129	115	
A6,3 095-1			6,3	95	A02-31-6	1,5	930	4А90LА6	1,5	930	191	177
A6,3 095-2а					A02-42-4	5,5	1440	4А112МА4	5,5	1450	222	203
A6,3 095-2б			6,3	95	A02-41-4	4	1440	4А100LB4	4	1425	219	197
A6,3 100-1				100	A02-32-6	2,2	930	4А100 LB6	2,2	930	202	199
A6,3 100-2а					A02-51-4	7,5	1440	4А132S4	7,5	1450	294	281
A6,3 100-2б					A02-42-4	5,5	1440	4А112МА4	5,5	1450	226	207
A6,3 105-1	105	A02-32-6		2,2	930	4А100LB6	2,2	930	200	197		
A6,3 105-2		A02-51-4		7,5	1440	4А132S4	7,5	1450	271	258		
A8-5а	8	—		A02-52-6	7,5	965	4А132М6	7,5	960	388	359	
A8-5б		—	A02-51-6	5,5	965	4А132S6	5,5	960	388	356		
A10-4	10	—	A02-62-8	10	725	4А200М6	22	980	663	769		
A10-8		—	A02-72-6		970	4А180М6	18,5	980	738	684		
Ц4-70 (исполнение б)												
A8-1	8	670	100	A02-41-6	3	960	4А112МА6	3	950	568	554	
A8-2		755		A02-42-6	4	960	4А112МВ6	4	950	568	550	
A8-3		850		A02-51-6	5,5	970	4А132S6	5,5	960	587	575	
A8-4		950		A02-52-6	7,5	970	4А132М6	7,5	960	599	588	
A8-6		1065		A02-61-6	10	970	4А160S6	11	970	617	612	
A8-7 и А8-7а		1190		A02-62-6	13	970	4А160М6	15	970	631	625	
A8-7б		1190		—	—	—	4А160S6	11	970	—	597	
A10-1	10	530	100	A02-42-6	4	960	4А112МВ6	4	950	885	867	
A10-2		600		A02-51-6	5,5	970	4А132S6	5,5	960	819	807	
A10-3		670		A02-52-6	5,5	970	4А132 М6	7,5	960	837	818	
A10-5		750		A02-61-6	10	970	4А160SB	11	970	851	840	
A10-6	10	845	100	A02-71-6	17	970	4А160М6	15	970	885	838	
A10-7		950		A02-72-6	22	970	4А180М6	18,5	980	908	849	
A12,5-1	12,5	425	100	A02-51-6	5,5	970	4А132S6	5,5	960	1281	1269	
A12,5-2		475		A02-52-6	7,5	970	4А132М6	7,5	960	1299	1280	
A12,5-3		530		A02-61-6	10	970	4А160S6	11	970	1313	1302	
A12,5-4		600		A02-71-6	17	970	4А160М6	15	970	1347	1300	
A12,5-5 и A12,5-5а		670		A02-72-6	22	970	4А200М6	22	980	1365	1396	

Обозначение для заказа	№ вентилятора	Частота вращения, об/мин	Диаметр колеса, % от но- минального	Электродвигатели серии						Масса венти- лятора (кг) с электродвига- телем серии	
				АО и АО2			4А				
				Тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	тип	мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	АО2	4А
A12,5-5б	12,5	670	100	—	—	—	4A180M6	18,5	980	1415	1370
A12,5-6		755		A02-81-6	30	980	4A200L6	30	980	1415	1370
Ц4-76 (исполнение б)											
Б8-1	8	1130	100	A02-52-4	10	1450	4A132M4	11	1450	647	633
Б8-2		1270		A02-61-4	13	1450	4A160S5	15	1450	650	642
Б8-3		1420		A02-71-4	22	1455	4A189S4	22	1470	680	647
Б8-4		1600		A02-72-4	30	1455	4A180M4	30	1470	810	769
Б10-1	10	900	100	A02-62-4	17	1450	4A160M4	18,5	1450	980	977
Б10-2		1000		A02-71-4	22	1455	4A180SA	22	1470	1050	1017
Б10-3		1120		A02-72-4	30	1455	4A180M4	30	1470	1078	1037
Б10-4	10	1280	100	A02-81-4	40	1460	4A200L4	45	1475	1213	1188
Б16-1	16	420		A02-71-6	17	970	4A180M6	18,5	980	2346	2319
Б16-2		460		A02-72-6	22	970	4A180M6	18,5	980	2376	2322
Б16-3 и Б16-3а		475		A02-72-6	22	970	4A200M6	22	980	2375	2407
Б16-3б, Б16-4		475		—	—	—	4A180M6	18,5	980	—	2322
Б16-4а и		510		A02-81-6	30	980	4A200L6	30	980	2501	2456
Б16-4б		510		—	—	—	4A200M6	22	980	—	2431
Б16-5		555		A02-81-6	30	980	4A225M6	37	980	2498	24443
Б16-6		580		A02-82-6	40	980	4A225M6	37	980	2485	2560
Б16-7 и Б16-7а		650		A02-91-6	55	985	4A250M6	55	985	2615	2610
Б16-7б		650		—	—	—	4A250M6	45	985	—	2570
Б20-1 Б20-2 и	20	365		A02-81-6	30	980	4A200L6	30	980	4145	4100
Б20-2а		400		A02-82-6	40	980	4A250L6	45	985	4175	4245
Б20-2б		400		—	—	—	4A225M6	37	980	—	4150
Б20-3		465		A02-91-6	55	985	4A250M6	55	985	4275	4270

*\*Примечание:* таблица составлена по данным руководства по подбору центробежных вентиляторов (вентиляторных агрегатов), серия АВ-156И Сантехпроект М., 1975. Типы электродвигателей для комплектации вентиляторов следует при заказе, так как электродвигатели серии АО, АО2, А2 намечено снять с производства и заменить двигателями серии 4А. В данное время выпускаются центробежные вентиляторы Ц4-70 из нержавеющей стали (по ТУ 22-2917-74), исполнение 6; № 10; 12 и 16. Вентиляторы Ц4-70-16 выпускаются также из углеродистой стали и комплектуются электродвигателями серии АО или 4А мощностью от 10 до 75 кВт. Вентилятор Ц4-70 имеет 12 лопаток из листовой стали, загнутых назад, а Ц4-76 снабжен каплевидными полыми лопатками, также загнутыми назад.