

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Солоненко Анна Александровна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 29.11.2025 00:55:33  
Уникальный программный ключ:  
d9ba9a2cd160ab0421b5337f8b309a5f1



**Федеральное агентство по рыболовству**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Астраханский государственный технический университет»**  
**Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного**  
**учреждения высшего образования**  
**«Астраханский государственный технический университет»**  
*Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована*  
*ООО «ДКС РУС» по международному стандарту ISO 9001:2015*

**Факультет высшего образования**  
**Кафедра «Технология продуктов питания**  
**и холодильная техника»**

**Безопасность жизнедеятельности**

**Методические указания**

по выполнению самостоятельной работы  
для обучающихся по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

38.03.01 Экономика

38.03.07 Товароведение

**Авторы:** Артюхов И.Л., к.т.н., доцент кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника»

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» предназначены для обучающихся по направлениям 05.03.06 Экология и природопользование, 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, 38.03.07 Товароведение

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении самостоятельной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» утверждены на заседании кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника».

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» предназначены для обучающихся по направлениям 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, 9.03.03 Продукты питания животного происхождения, 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, 38.03.01 Экономика, 38.03.07 Товароведение.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении самостоятельной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть знаниями, умениями, навыками, *опытом практической деятельности* и направлены на формирование следующих компетенций:

УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

В результате выполнения самостоятельных работ по дисциплине «Охрана труда» обучающиеся должны:

**- знать:**

классификацию и источники опасностей жизнедеятельности по происхождению и характеру воздействия на человека и природную среду, принципы организации безопасных условий труда, вредные и опасные факторы, способы защиты людей, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8.1)

**- уметь:**

поддерживать безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества, оказывать первую помощь пострадавшим, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8.2)

**- владеть навыками и (или) иметь опыт:**

навыками по применению основных методов и средств защиты человека и природной среды, оказанию первой помощи, в том числе в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8.3)

Описание самостоятельной работы (задания) содержит: тему задания, цели, требования, порядок выполнения задания, формы контроля, требования к оформлению заданий. Для получения дополнительной, более подробной информации по изучаемым темам приведены рекомендуемые источники.

**1. Перечень видов самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

Тема	Вид самостоятельной работы	Форма контроля	СРС		Требования к выполнению заданий (знание и/или умение и/или владение навыками)
			Аудиторная СРС	Внеаудиторная СРС	
Раздел 1. Общие вопросы безопасности жизнедеятельности	Изучение содержания раздела согласно плану практических занятий	устный опрос / письменный опрос	+	-	обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет терминологией, осознанно применяет теоретические знания, представленный ответ по вопросам контрольной работы отличается оригинальностью и логичностью изложения
Раздел 2. Производственная санитария	Изучение содержания раздела согласно плану практических занятий	собеседование / оформленное решение задачи	+	-	выполнены задания СР; проблема проработана глубоко, решения даны обоснованные, комплексные, предлагаются альтернативные варианты;
Раздел 3. Пожарная безопасность	Изучение содержания раздела согласно плану практических занятий	устный опрос / письменный опрос	+	-	выполнены задания СР; проблема проработана глубоко, решения даны обоснованные, комплексные, предлагаются альтернативные варианты;

Раздел 4. Производственная безопасность	Изучение содержания раздела согласно плану практических занятий	собеседован ие/ оформленно е решение задачи	+	-	выполнены задания СР; проблема проработана глубоко, решения даны обоснованные, комплексные, предлагаются альтернативные варианты;
Раздел 5. Защита в чрезвычайных ситуациях	Изучение содержания раздела согласно плану практических занятий	устный опрос / письменный опрос	+	-	выполнены задания СР; проблема проработана глубоко, решения даны обоснованные, комплексные, предлагаются альтернативные варианты;

## 2. Тематика и задания для самостоятельной работы

Темы самостоятельных работ совпадают с названиями разделов дисциплины и формируются с указанием цели самостоятельной работы, задания, порядка выполнения работы, формы контроля, требований к выполнению и оформлению заданий. Указанные виды аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине (модулю) также соответствуют заявленным в рабочей программе по данной дисциплине (модулю).

### 2.1. Подготовка к устному опросу

**Задание:** *подготовить ответы на следующие вопросы:*

1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности.
2. Основы физиологии труда.
3. Сущность комфортных условий жизнедеятельности.
4. Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности работника в производственной сфере.
5. Классификация опасных и вредных производственных факторов в системе «человек-среда обитания».
6. Опасные и вредные факторы производственной среды и их влияние на человека.
7. Вредные производственные факторы производства – шум и вибрация. Воздействие на работающего, средства защиты.
8. Идентификация опасных и вредных факторов производственной среды и определение зон их действия.
9. Понятие о потенциальной опасности, риске и их оценка.
10. Инженерные методы и средства повышения безопасности труда на производстве (защитные мероприятия от шума, вибрации, ультразвука, инфразвука, электромагнитных полей высокой частоты, физических травм).
11. Формирование оптимального микроклимата в производственных помещениях.
12. Основные понятия и характеристики освещения и единицы измерения.
13. Гигиенические требования к производственному освещению.
14. Дайте понятие естественного, искусственного освещения и его нормирования.
15. Какие источники света применяются для искусственного освещения? Порядок расчета методом коэффициента использования.

16. Токсические выбросы, экобиозащитные мероприятия.
17. Способы повышения электробезопасности при эксплуатации электроустановок.
18. Статическое электричество и меры защиты.
19. Индивидуальные и коллективные средства обеспечения безопасности труда.
20. Сформулируйте критерии безопасности - предельно допустимая концентрации вредного вещества в окружающей среде (ПДК), предельно допустимый уровень (ПДУ). Проанализируйте соответствие рабочего места ПДК и ПДУ. Сделайте вывод о соответствии.
21. Эргономические требования безопасности труда.
22. Основные понятия, классификация чрезвычайных ситуаций и объектов рыбообрабатывающих предприятий по потенциальной опасности.
23. Характеристика поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций.
24. Радиационно-опасные объекты, прогнозирование радиационной обстановки, оценка и методика расчета ее параметров, защитные мероприятия.
25. Химически опасные объекты, прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций на них, контроль и защитные мероприятия.
26. Пожароопасные и взрывоопасные объекты. Классификация пожаров и объектов по пожароопасности.
27. Пожарная безопасность на предприятии.
28. Противопожарная защита помещений с горючими и легковоспламеняющимися материалами.
29. Организация пожаро-профилактической работы на предприятии.
30. Методы и средства тушения пожаров.
31. Водопожарная система (спринклерная, водораспыление, водяной завес и их краткая характеристика).
32. Система тушения инертными газами и система тушения хладонами. Их характеристика.
33. Система порошкового тушения и её характеристика.
34. Устойчивость функционирования предприятия в чрезвычайных ситуациях (факторы, влияющие на устойчивость, исследование, методика оценки, способы повышения устойчивости).
35. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
36. Гражданская оборона (структура, органы управления, задачи).
37. Организация и способы защиты работников в мирное и военное время.
38. Какие средства индивидуальной защиты и защитные сооружения ГО могут применяться?
39. Расскажите особенности применения СИЗ.
40. Какие способы очистки воздуха от пыли вам известны?
41. Основы организации аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях.
42. Антропогенные опасности и защита от них.
43. Правовые и нормативно-технические документы по охране труда и безопасности жизнедеятельности.
44. Система управления охраной труда.
45. Обучение работников и инструктажи по охране труда.
46. Содержание аттестации рабочих мест и оценка условий труда.
47. Методы и средства снижения травмоопасности на производстве.
48. Действие населения в условиях распространения аварийно химически опасных веществ (АХОВ) и радиозащитных средств (РВ).
49. Какие методы и средства оказания первой доврачебной помощи вам известны?
50. Показатели производственного травматизма на производстве.

51. Порядок анализа причин несчастного случая на производстве.
52. Классификация, учет и порядок расследования несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.
53. Принципы обеспечения безопасности технологических процессов на производстве.
54. Требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании производственного оборудования.
55. Обеспечение безопасности работ при проведении ремонтных работ.
56. Обязанности работодателей и работников по обеспечению и соблюдению требований по безопасности труда на предприятии.
57. Электробезопасность на производстве.
58. Обеспечение безопасности труда при проведении особо опасных работ и процессов с повышенной экологической опасностью.
59. Порядок проведения огневых работ в цехах.

#### **Порядок выполнения задания:**

1. Ознакомиться с вопросами для опроса.
2. Изучить рекомендованную литературу и провести конспектирование важнейших источников:
  - а) Определите цель составления конспекта.
  - б) Сделайте библиографическое описание документа.
  - в) Осмыслите основное содержание текста, дважды прочитав его.
  - г) Читая изучаемый материал в первый раз, подразделяйте его на основные смысловые части, выделяйте главные мысли, выводы.
  - д) Для составления конспекта составьте план текста – основу конспекта, сформулируйте его пункты и определите, что именно следует включить в конспект для раскрытия каждого из них.
  - е) Наиболее существенные положения изучаемого материала (тезисы) последовательно и кратко изложите своими словами или приводите в виде цитат, включая конкретные факты и примеры.

**Форма контроля** - качество устных ответов обучающихся на вопросы, обсуждаемые на практическом занятии

#### **Требования к оформлению задания:**

Оформление работы над источниками по заданной теме проводить в форме конспекта.

1. Конспектируя, оставить место (широкие поля) для дополнений, заметок, записи незнакомых терминов и имен, требующих разъяснений.
2. Применять определенную систему подчеркивания, сокращений, условных обозначений.
3. Соблюдать правила цитирования - цитату заключать в кавычки, давать ссылку на источник с указанием страницы.
4. Оформить конспект, соблюдая следующие требования:
  - Наличие титульного листа - обязательно
  - Формат бумаги: А4.
  - Ориентация: книжная.
  - Поля: верхнее – 2 см; нижнее – 2 см; слева – 3 см; справа 1,5 см. От края до колонтитула: верхнего – 1,25 см, нижнего – 1,25 см.
  - Гарнитура шрифта: Times New Roman Cyr.
  - Отступ первой строки: 1,25 см
  - Нумерация страниц: внизу, от центра, номер на первой странице (титульном листе) не ставится

## 2.2 Задания к практическим работам

### Требования к оформлению практических работ

Практическая работа выполняется по одному из десяти вариантов. Номер варианта практической работы определяет последняя цифра номера зачетной книжки студента (последняя цифра от 1 до 9 соответствует номеру варианта, цифра 0 соответствует варианту № 10).

Практическая работа оформляется на листах формата А4 в печатном виде шрифтом размером не менее 12 или от руки крупным разборчивым почерком. Кроме основного текста работа должна иметь титульный лист (см. приложение) и список использованной литературы.

В каждом задании дается краткое изложение или обоснование ответа, в задачах приводится решение.

Практическая работа должна быть представлена на проверку не позже, чем за две недели до начала сессии.

### ***ЗАДАНИЕ 1. Определить необходимое количество осветительных приборов для обеспечения нормированного значения освещенности в помещении.***

Показатель		№ варианта (последняя цифра зачетной книжки)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина, м		18	4	6	8	10	12	15	10	12	8
Ширина, м		10	3	4	5	6	7	8	5	6	6
Высота, м		4,5	2,8	3,0	3,2	3	3,0	4	3,5	3,8	3,0
Высота от пола до светильника, м		4	2,5	2,8	3,0	2,5	2,8	3,8	3,2	3,7	2,9
Высота рабочей поверхности (от пола), м		1,0	0,78	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,10	0,90	0,8
Проектная освещённость, лк		200	400	300	200	500	200	500	300	400	200
Цвет поверхности	потолок	белый	белая палитра	белый	кремнево-белый	слоновая кость	белый	белый	кремнево-белый	слоновая кость	белая палитра
	стены	серый	светло-бежевый	желто-зеленый	бежевый	светло-серый	светло-бежевый	светло-серый	желто-зеленый	светло-желтый	светло-розовый
	рабочая поверхность	тёмно-коричневый	бежевый	тёмно-коричневый	оливковый	серый	чёрный	тёмно-зелёный	тёмно-зелёный	желто-коричневый	бежевый

### **Выбор источника света**

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Для общего освещения применяются газоразрядные лампы, так как они энергетически экономичны и обладают большим сроком службы. Наиболее распространены люминесцентные лампы. По спектральному составу видимого света различают лампы дневной (ЛД), холодно-белой (ЛХБ), тепло-белой (ЛТБ) и белой

цветности (ЛБ). Наиболее широко применяются лампы типа ЛБ. При повышенных требованиях к передаче цветов освещением применяются лампы типа ЛХБ, ЛД. Лампа типа ЛТБ применяется для правильной цветопередачи человеческого лица. Характеристики люминесцентных ламп приведены в табл. 1; 2 и ламп накаливания в табл. 3.

Таблица 1

Основные характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	700	820	835	850
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200
125	220	-	8000	-	8150

Таблица 2

Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Длина, мм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Длина, мм
ЛД15-4	15	590	451,6	ЛД80-4	80	4070	1514,2
ЛБ15-4	20	760	604,0	ЛБ80-4	80	5220	140
ЛД20-4	30	920	908,8	ЛБР4	150	100	1524,2
ЛБ20-4	40	1180	1213,6	ЛБР4-2	80	110	1514,2
ЛД30-4	65	1640	1514,2				

Таблица 3

Технические характеристики ламп накаливания общего назначения

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В220-25	25	220	Г220-200	200	2800
БК220-40	40	460	Г220-500	500	8300
Б220-60	60	715	Г220-750	750	13100
Б220-100	100	1350	Г220-1000	1000	18600
Г220-150	150	2000	Г220-1500	1500	29000

Примечание: В - вакуумная; Г - газополная моноспиральная аргоновая; Б - биспиральная аргоновая; БК – биспиральная - криптоновая.

### Выбор светильников и их размещение

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды. Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются: Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости. Светильник ПВЛ

– является пылевлагозащищённым, пригоден для некоторых пожароопасных помещений: мощность ламп 2x40Вт. Плафоны потолочные для общего освещения закрытых сухих помещений: Л71Б03 – мощность ламп 10x30Вт; Л71Б84 – мощность ламп 8x40Вт.

Основные характеристики светильников с люминесцентными лампами приведены в табл. 4.

Для ламп накаливания и ламп ДРЛ применяются следующие типы светильников: Универсаль (У) – для ламп до 500 Вт (применяется для общего и местного освещения в нормальных условиях). Шар молочного стекла (ШМ) – для ламп до 1000 Вт (предназначен для нормальных помещений с большим отражением потолков и стен (помещения точной сборки, конструкторские)). «Люцетта» (ЛЦ) – для ламп до 300 Вт (предназначен для тех же помещений, что и ШМ). Глубокоизлучатель со средней концентрацией потока (ГС) – для ламп 500, 1000 Вт (устойчив в условиях сырости и среды с повышенной химической активностью).

Размещение светильников в плане (рис. 1, 2) и разрезе (рис. 3) определяется следующими размерами:  $H$  – высота помещения;  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);  $h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_{pn}$  – высота рабочей поверхности над полом;  $h = h_n - h_{pn}$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом (табл. 5 и 6);

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине ( $a$ ) и ширине ( $b$ ) помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_a$  и  $L_b$ ),

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

$l_{свет}$  – длина светильника

Таблица 4

Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Область применения	Размеры, мм			КПД, %	
			Длина	Ширина	Высота		
ОД – 2-30	2 x30	Освещение производственных помещений нормальными условиями среды	933	204	156	75	
ОД – 2-40	2 x40		1230	266	158	75	
ОД – 2-80	2 x80		1531	266	198	75	
ОД – 2-125	2 x125		1528	266	190	75	
ОДО – 2-40	2 x40		1230	266	158	75	
ОДОР-2-30	2 x30		925	265	125	75	
ОДОР-2-40	2 x40		1227	265	155	75	
АОД -2-30	2 x30		945	255	-	80	
АОД -2-40	2 x40		1241	255	-	80	
ШОД -2-40	2 x40		1228	284	-	85	
ШОД -2-80	2 x80		1530	284	-	83	
Л71Б03	10x30		Для пожароопасных помещений с пыле- и влаговыделениями	1096	1096	187	45
ПВЛ	2 x30			933	204	156	75
	2 x40	1230		266	158	75	
	2 x80	1531	266	198	75		

Таблица 5

Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непрерывных рядах из одиночных светильников	3,5
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	4
Двухламповые светильники ШЛД, ШОД	2,5
Двухламповые уплотнённые светильники ПВЛ	3

Таблица 6

Наименьшая высота установки над полом светильников с лампами накаливания

Светильник		Высота (м) при мощности ламп, Вт		
		100 и менее	150-200	200 и более
Прямого света с защитным углом $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$	без рассеивателя	3,5	4,0	4,5
	с матовыми рассеивателями	2,5	3,0	3,5
Рассеченного света с защитным углом	$15^{\circ}$ - $30^{\circ}$	3,0	3,5	4,0
	$30^{\circ}$ и более	не ограничивается	2,5	3,5

Наилучшими вариантами равномерного размещения светильников являются шахматное размещение и по сторонам квадрата (расстояния между светильниками в ряду и между рядами светильников равны) (рис. 1).

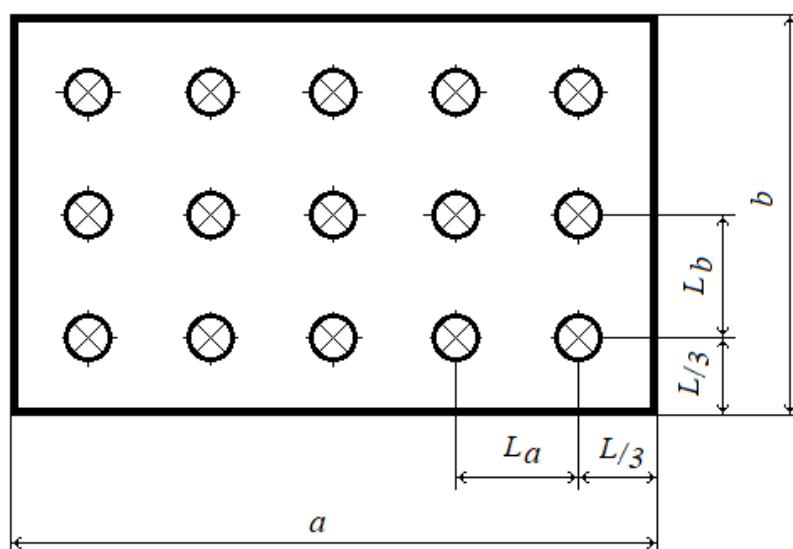


Рис. 1. Схема размещения светильников в помещении для ламп накаливания

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования (рис. 2). При высоких уровнях

нормированной освещённости люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

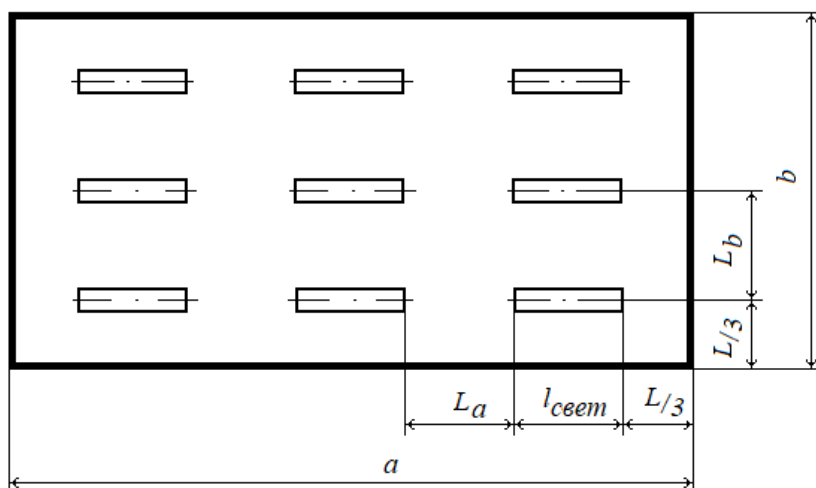


Рис. 2. Схема размещения светильников в помещении для люминесцентных ламп

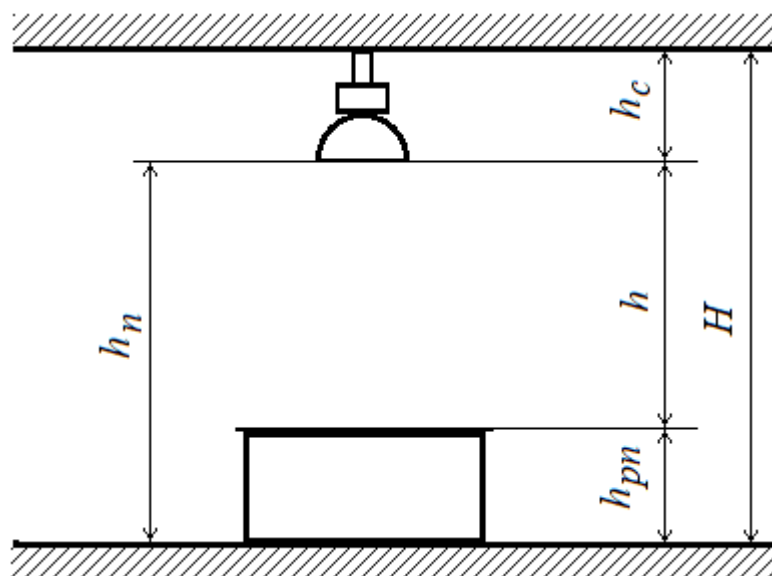


Рис. 3. Схема размещения (разрез помещения)

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda = L/h$ , уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости. В табл. 7 приведены значения  $\lambda$  для разных светильников.

Таблица 7

Оптимальное расположение светильников	
Наименование светильников	$\lambda$
Люминесцентные с защитной решёткой ОДР, ОДОР, ШЛД, ШОД	1,1 – 1,3
Люминесцентные без защитной решётки типов ОД, ОДО	1,4
ПВЛ	1,5
ГС, ЛЦ	1,6
У	1,8
ШМ	2,3

Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \times h$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников (см. пример, рис. 4) и определить их число.

### Выбор нормируемой освещённости

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СП 52.13330 «Естественное и искусственное освещение» и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона. Необходимые сведения для выбора нормируемой освещённости производственных помещений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Требования к освещению помещений промышленных предприятий при искусственном освещении (по СП 52.13330 «Естественное и искусственное освещение»)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
						Всего	В том числе от общего	
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Тёмный	5000	500	-
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	4000	400	1250
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2500	300	750
			г	Средний Большой -	Светлый - Средний	1500	200	500
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Тёмный	4000	400	-
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000	300	750
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2000	200	500
			г	Средний Большой -	Светлый - Средний	1000	200	400
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Тёмный	2000	200	500
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000	200	400
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750	200	300
			г	Средний Большой -	Светлый - Средний	400	200	200
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Тёмный	750	200	400
			б	Малый	Средний	500	200	300

				Средний	Тёмный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	400	200	200	
			г	Средний Большой -	Светлый - Средний	-	-	200	
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Тёмный	400	200	300	
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	-	-	200	
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	-	-	200	
			г	Средний Большой -	Светлый - Средний	-	-	200	
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	-	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	

**СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»**

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО ед, %		КЕО ед, %		Освещенность, лк			Показатель дисконтингентности, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
						всего	от общего			
Административные здания (управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и т.п.)										
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15
Проектные залы и комнаты конструкторские, чертежные бюро	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	40	10
13. Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400 200	15	10
Банковские и страховые учреждения										
Операционный зал, кредитная группа, кассовый зал, помещения пересчета денег	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	15	10
Серверная, помещения межбанковских электронных расчетов, электронная почта, помещения аппаратуры криптозащиты	Г-0,8							400	40	10
Помещение	Г-0,8				2,1	0,7	500	300		10

алфавитно-цифровых печатающих устройств											
Учреждения общего образования, начального, среднего и высшего специального образования											
Классные комнаты, кабинеты общеобразовательных школ, профессионально-технических учреждений	Рабочие столы и парты: Г-0,8 Середина доски: В-1,5 <*>	4,0	1,5	2,1	1,3			300 (500) <*> 500	40	10	10
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7			400	40	10	
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400 200	15	10	
Прочие вспомогательные здания и помещения											
Санитарно-бытовые помещения:											
а) умывальные, уборные, курительные;	Г-0,0							75			
б) душевые, гардеробные	Г-0,0							50			
Вестибюли и гардеробные уличной одежды:											
а) в вузах, школах, общежитиях, гостиницах, при входах в крупные общественные здания;	Г-0,0			1,2	0,3			150	90		
б) в прочих общественных зданиях	Г-0,0							75			
Лестницы:											
а) главные лестничные клетки, тамбуры;	Площадки, пол, ступени, Г-0,0							100			
б) остальные лестничные клетки, тамбуры	Площадки, пол, ступени, Г-0,0				0,1			50			
Коридоры и проходы:											
а) главные;	Г-0,0				0,1			75			
б) остальные коридоры	Г-0,0							50			

*Примечание:* - Прочерки в таблице означают отсутствие предъявляемых требований.

<\*> В жилых домах и квартирах приведенные значения

### Расчёт общего равномерного освещения

Расчет искусственного освещения производственных помещений производят по методу светового потока. Световой поток  $\Phi_{л}$  (лм), одной лампы накаливания или группы газоразрядных ламп одного светильника рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S_{н} \cdot z \cdot K_{з}}{n_{с} \cdot \eta},$$

где  $E_n$  - нормированная минимальная освещенность, лк (зависит от характера зрительной работы и выбирается по нормам СП 52.13330 «Естественное и искусственное освещение»);  $S_n$  - площадь пола освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;  $z$  - коэффициент неравномерности освещенности, зависит от отношения  $E_{cp} / E_{min}$ : для люминесцентных – 1,1 и для ламп накаливания – 1,15;  $Kz$  - коэффициент запаса, зависит от запыленности воздушной среды помещения (см. табл. 9);  $n_c$  - количество светильников, оно предварительно определяется конструктивно (ориентировочно) при их симметричном расположении по вершинам квадратов;  $\eta$  - коэффициент использования светового потока светильника. Он зависит от индекса помещения  $i$ , высоты подвеса светильников  $h_n$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_{ст}$  и потолка  $\rho_{п}$ . Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Таблица 9

Коэффициент запаса светильников с люминесцентными лампами

Характеристика объекта	Коэффициент запаса, $Kz$
Помещения с большим выделением пыли	2,0
Помещения со средним выделением пыли	1,8
Помещения с малым выделением пыли	1,5

Количество светильников ( $n_c$ ) рассчитывается по формуле:

$$n_c = \frac{S_n}{L^2},$$

где  $L$  - расстояние между светильниками, м.

Индекс помещения  $i$  определяют по формуле:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)},$$

где  $a$  и  $b$  длина и ширина помещения;  $h$  - высота от светильника до освещаемой поверхности.

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно (табл. 10 - 12).

Таблица 10

Значение коэффициентов отражения потолка  $\rho_{п}$  и стен  $\rho_{ст}$  (%)

Состояние потолка	$\rho_{п}$	Состояние стен	$\rho_{ст}$
Белый матовый	70	Белые матовые с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Белый матовый, в сырых помещениях	50	Белые матовые с окнами без штор	50
Чистый бетонный	50	Бетонные с окнами	30
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Светлые матовые	30
Бетонный	30	Бетонные	10
Деревянный неокрашенный	30	Кирпичные неоштукатуренные	10
Серый (склады, мастерские)	10	Тёмные матовые	10

Таблица 11

Цвет поверхности		Коэффициентов отражения света, $\rho$	Цвет поверхности		Коэффициентов отражения света, $\rho$
1	Белый	0,90		Серый (алюминиевый)	0,42
2	Белая палитра	0,84	12	Зелёный	0,41
3	Белый полуматовый	0,82	13	Бежевый	0,38
4	Слоновая кость	0,75	14	Желто-коричневый	0,25
5	Кремнево-белый	0,72	15	Оливковый	0,23
6	Желто-зеленый	0,70	16	Тёмно-коричневый	0,20
7	Светло-розовый	0,69	17	Тёмно-серый	0,15
8	Светло-бежевый	0,62	18	Тёмно-зелёный	0,10
9	Светло-желтый	0,60	19	Тёмно-красный	0,09
10	Светло-красная киноварь	0,56	20	Чёрный	0,04
11	Светло-серый	0,53			

Таблица 12

Значение коэффициента отражения  $\rho$  некоторых материалов

Материал	$\rho, \%$	Материал	$\rho, \%$
Стекло: молочное, Матовое	До 50	Белая жель	60-70
Эмаль фарфоровая белая	8-20	Побеленные стены и потолки: новые,	65-75
Бумага писчая	65-75	к концу срока службы	25-40
Бумага ватманская	60-70	Кирпич красный	8-10
Бархат черный	67-82	Силикатный кирпич	20-25
Алюминий матовый	6	Бетон:	20-25
Зеркало алюминированное	55-75	чистый,	5-10
Латунь: матовая, полированная	70-84	покрытый темной пылью	90
Сталь полированная	55-65	Белила свинцовые	10-15
	60-70	Паркет	75
	50-55		16
			10

Значения коэффициента использования светового потока  $\eta$  светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в табл. 13 и 14.

Расчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по табл. 1–3 выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона ( $-10$  ,  $+20$  %), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Таблица 13

Светильник	«Глубоко-излучатель»			«Универсаль» без затенителя			«Люцетта»			ВЗГ 200 с отражателем			ОД			ПВЛ		
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$\rho$ потолка, %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$\rho$ стен, %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
Индекс помещения, $i$	Коэффициент использования светового потока $\eta$																	

0,5	0,19	0,21	0,25	0,21	0,24	0,28	0,14	0,16	0,22	0,12	0,14	0,17	0,23	0,26	0,31	0,14	0,16	0,19
0,6	0,24	0,27	0,31	0,27	0,30	0,34	0,19	0,21	0,27	0,16	0,18	0,21	0,30	0,33	0,37	0,18	0,20	0,22
0,7	0,29	0,31	0,34	0,32	0,35	0,38	0,23	0,24	0,30	0,19	0,21	0,24	0,35	0,38	0,42	0,21	0,23	0,25
0,8	0,32	0,34	0,37	0,35	0,38	0,41	0,25	0,26	0,33	0,21	0,24	0,26	0,39	0,41	0,45	0,23	0,25	0,27
0,9	0,34	0,36	0,39	0,38	0,40	0,44	0,27	0,29	0,35	0,23	0,25	0,28	0,42	0,44	0,48	0,25	0,27	0,29
1,0	0,36	0,38	0,40	0,40	0,42	0,45	0,29	0,31	0,37	0,25	0,27	0,29	0,44	0,46	0,49	0,26	0,28	0,30
1,1	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,46	0,30	0,32	0,38	0,26	0,27	0,30	0,46	0,48	0,51	0,27	0,29	0,31
1,25	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,31	0,34	0,41	0,27	0,29	0,31	0,48	0,50	0,53	0,29	0,30	0,32
1,5	0,41	0,43	0,46	0,46	0,48	0,51	0,34	0,37	0,44	0,29	0,30	0,33	0,50	0,52	0,56	0,30	0,31	0,34
1,75	0,43	0,44	0,48	0,48	0,50	0,53	0,36	0,39	0,46	0,30	0,32	0,34	0,52	0,55	0,58	0,31	0,33	0,35
2,0	0,44	0,46	0,49	0,50	0,52	0,55	0,38	0,41	0,48	0,32	0,33	0,35	0,55	0,57	0,60	0,33	0,34	0,36
3,0	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,60	0,44	0,47	0,54	0,35	0,37	0,39	0,60	0,62	0,66	0,36	0,37	0,40
4,0	0,51	0,52	0,55	0,57	0,59	0,62	0,46	0,50	0,59	0,37	0,39	0,41	0,63	0,65	0,68	0,38	0,39	0,41
5,0	0,52	0,54	0,57	0,58	0,60	0,63	0,68	0,52	0,61	0,38	0,40	0,42	0,64	0,66	0,70	0,38	0,40	0,42

**Максимально допустимые удельные установленные мощности искусственного  
освещения в помещениях общественных зданий**

<i>Освещенность на рабочей поверхности, лк</i>	<i>Индекс помещения</i>	<i>Максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м<sup>2</sup>, не более</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>500</i>	<i>0,6</i>	<i>42</i>
	<i>0,8</i>	<i>39</i>
	<i>1,25</i>	<i>35</i>
	<i>2,0</i>	<i>31</i>
	<i>3 и более</i>	<i>28</i>
<i>400</i>	<i>0,6</i>	<i>30</i>
	<i>0,8</i>	<i>28</i>
	<i>1,25</i>	<i>25</i>
	<i>2,0</i>	<i>22</i>
	<i>3 и более</i>	<i>20</i>
<i>300</i>	<i>0,6</i>	<i>25</i>
	<i>0,8</i>	<i>23</i>
	<i>1,25</i>	<i>20</i>
	<i>2,0</i>	<i>18</i>
	<i>3 и более</i>	<i>16</i>
<i>200</i>	<i>0,6 - 1,25</i>	<i>18</i>
	<i>1,25 - 3,0</i>	<i>14</i>
	<i>Более 3</i>	<i>12</i>

150	0,6 - 1,25	15
	1,25 - 3,0	12
	Более 3	10
100	0,6 - 1,25	12
	1,25 - 3,0	10
	Более 3	8

**Пример.** Помещение с размерами: длина  $a = 20$  м, ширина  $b = 10$  м, высота  $H = 4,2$  м. Высота рабочей поверхности  $h_p = 0,8$  м. Цвет стен серый, по оттенку ближе к тёмному, тогда  $\rho_{ст} = 30\%$ , потолок светло-серый, поэтому  $\rho_{п} = 50\%$ , рабочая поверхность горизонтальная плоская тёмно-коричневая  $\rho_{рп} = 10\%$ . Коэффициент неравномерности освещённости для люминесцентных ламп  $z = 1,1$ . Коэффициент запаса в малозапыленном помещении для люминесцентных ламп  $Kz = 1,5$ . Требуется создать освещенность на рабочей поверхности  $E = 300$  лк.

Выбрать тип лампы и светильника и рассчитать количество светильников для заданного помещения. Начертить план помещения с размещенными светильниками.

В проекте указано, что планируется освещать светильниками типа ОДО,  $\lambda = 1,4$ .

Приняв  $h_c = 0,5$  м,  $h_n = H - h_c = 4,2 - 0,5 = 3,7$  получаем  $h = h_n - h_{рп} = 3,7 - 0,8 = 2,9$  м;  
 $L = \lambda \times h = 1,4 \times 2,9 = 4,06$  м;  $L/3 = 1,35$  м.

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильников типа ОДО мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 0,5 м. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 60$ .

Находим индекс помещения  $i = 200 / (2,9 \times (20 + 10)) = 2,3$

По табл. 13 определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,57$ .

Определяем необходимый световой поток ламп:

$$\Phi_{л} = 300 \times (20 \times 10) \times 1,1 \times 1,5 / (60 \times 0,57) = 2894,7 \text{ лм}$$

По табл. 1 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq ((\Phi_{л,станд.} - \Phi_{л,расч.}) / \Phi_{л,расч.}) \times 100\% \leq +20\%$$

$$\text{Получаем } -10\% \leq -1,6\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = n_c \times p_{л} = 60 \times 40 = 2400 \text{ Вт}$$

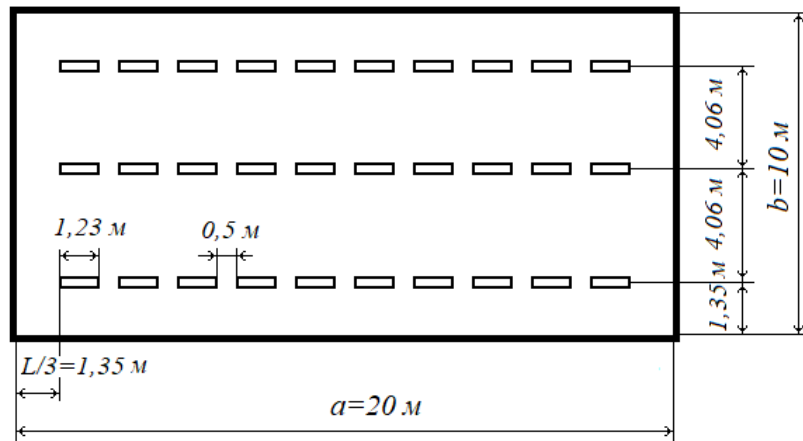


Рис. 4. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

### **ЗАДАНИЕ 2. Расчет потребной эффективности защитного устройства от шумового воздействия**

Защитное устройство (ЗУ) обладает способностью отражать, поглощать, быть прозрачным по отношению потока энергии. Если  $W^+$ -общий поток энергии,  $W\alpha$ -поглощенный поток энергии,  $W^-$  - отраженный поток энергии,  $W^{\sim}$  - поток, прошедший сквозь защитное устройство, то  $W^+ = W\alpha + W^- + W^{\sim}$ . Коэффициент защиты ЗУ определяется как отношение потока энергии в заданной точке при отсутствии ЗУ к потоку энергии при наличии ЗУ. В другом варианте коэффициент защиты  $k_w$  определяется формулой  $k_w = W^+ / W^{\sim}$ , а эффективность защиты  $e$  выражается в децибелах (дБ):  $e = 10 \cdot \lg k_w$ .

В изолированном объеме, т. е. в пространстве, огражденном стенками, интенсивность энергии в любой точке оказывается выше, по сравнению с интенсивностью энергии, генерируемой источником. Это связано с отражением энергетических волн от ограждающих поверхностей. Вследствие поглощения части энергии поверхностями в объеме создается определенный уровень интенсивности энергии. Плотность энергии в любой точке изолированного объема складывается из плотности энергии прямой волны и плотности энергии при диффузном поле отраженной волны и суммарная плотность потока энергии записывается в виде

$$I_{\Pi} = (W \Phi / 4\pi r^2) \exp(-2\delta r) + (4W/\alpha S) (1 - \alpha), \quad (1)$$

где  $W$ -мощность источника (Вт),  $\Phi = 4\pi/\Omega$  - фактор направленности источника,  $\Omega$  - угол излучения источника (телесный угол),  $r$  - радиус удаления приемника от источника (м),  $\delta$  - коэффициент затухания волн,  $\alpha = W\alpha/W^+$  - коэффициент поглощения звука поверхностями,  $S$  - площадь поглощающей поверхности ( $m^2$ ). Телесный угол  $\Omega$  определяется положением источника по отношению к ограждающим поверхностям:  $\Omega = 2\pi$ , если источник находится на плоскости;  $\Omega = \pi$ , если источник находится в двухгранном угле;  $\Omega = \pi/2$ , если источник расположен в трехгранном угле. Величина  $B = \alpha S / (1 - \alpha)$  называется постоянной изолированного объема. В большинстве случаев можно считать, что произведение  $\delta r \approx 0$ .

Для расчета уровня шума в изолированном объеме без учета затухания используют формулу

$$L_{In}(r, B) = L_W + 10 \lg [S_e \Phi / S(r) + 4S_e / B], \quad (2)$$

которая получается логарифмированием формулы (1) и умножением членов на 10, а также умножением и делением правой части на величину  $S_e$ . Здесь  $L_{In} = 10 \cdot \lg(I_{\Pi}/I^*)$ ;  $L_W = 10 \cdot \lg(W/I^* S_e)$ ;  $I^* = 10^{-12}$  Вт/ $m^2$  - пороговое значение;  $S_e$  - единичная площадь, принимаемая произвольно, поскольку она исчезает при выполнении логарифмирования (2).

Для уменьшения шумового воздействия применяют защитные

устройства (кожуха), в которых гасится большая часть генерируемой звуковой энергии. На рис. 1 представлена схема распространения звуковых волн в объеме кожуха с поверхностью  $S_1$  от источника  $\Pi$  мощностью  $W$ , а также в объеме помещения с поверхностью  $S_2$ .

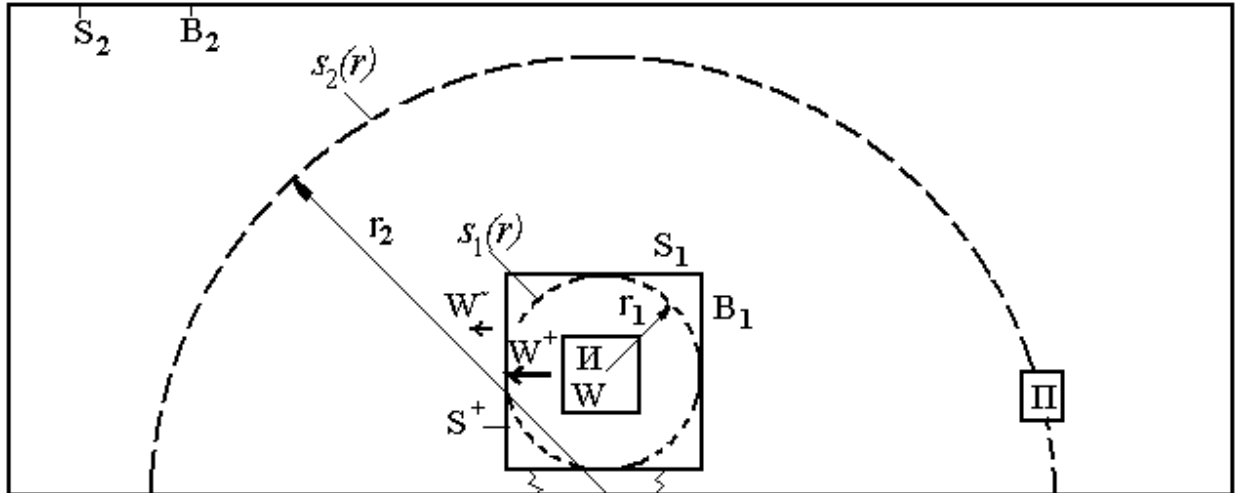


Рис.1. Схема потоков энергии в объеме кожуха и в объеме помещения  $\Pi$  - источник шума,  $\Pi$ -приемник,  $S^+$ -излучающая шумовую энергию поверхность кожуха,  $W^+$ -поток энергии, падающий на стенки кожуха,  $W^-$ -поток энергии, выходящий из кожуха,  $B_1$ -постоянная изолированного объема кожуха,  $B_2$ -постоянная изолированного объема помещения. Требуемая эффективность звукоизоляции кожуха определится из формулы

$$e = 10 \cdot \lg W^+ / W^- = L_{W^+} - L_{W^-}, \quad W^+ = I^+ S^+ \quad (3)$$

$$I^+ = W \Phi_1 / S_1(r) + 4W / B_1, \quad L_{W^+} = L_W + 10 \cdot \lg \{ S^+ [\Phi_1 / S_1(r) + 4 / B_1] \} \quad (4)$$

В области координаты расположения приемника уровень потока энергии должен быть меньше допустимого  $L_n$ . Тогда

$$L_n \geq L_{W^-} + 10 \cdot \lg [\Phi_2 S_e / S_2(r_2) + 4 S_e / B_2] \quad (5)$$

Решая совместно (3), (4), (5), получим

$$e \geq L_W - L_n + 10 \cdot \lg \{ S^+ [\Phi_1 / S_1(r) + 4 / B_1] \cdot [\Phi_2 S_e / S_2(r_2) + 4 S_e / B_2] \}. \quad (6)$$

В первом приближении можно считать, что  $S^+ = S_1$ . Согласно рис.1 источник имеет пространственное расположение относительно кожуха, поэтому  $\Omega_1 = 4\pi$ ,  $\Phi_1 = 1$ .

Для тонкого кожуха и больших частотах звуковых волн эффективность звукоизоляции стен кожуха определится из формулы [1]

$$e = 20 \cdot \lg (m\omega / 2\rho_1 c_1) \approx 20 \cdot \lg (mf) - 47,5 \text{ дБ}, \quad (7)$$

где  $m = \rho_2 h$  - масса защитного устройства, отнесенного к единице площади,  $\rho_2$ -плотность вещества стенки ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ),  $h$ -толщина стенки (м),  $\omega$ -круговая частота,  $\rho_1$  -плотность воздуха,  $c_1$ -скорость звука в воздухе,  $f$ -частота (Гц). Из формулы (7) определяется необходимая толщина звукоизолирующего слоя.

$$h = (237 \times 10^{0,05e}) / (f \times \rho_2), \quad (\text{м}) \quad (8)$$

При истечении отработанных газов в атмосферу (турбины, двигатели внутреннего сгорания) или всасывания воздуха из атмосферы в компрессорные установки генерируется сильный шум. Для снижения шума используют глушители. Глушители состоят из активных и реактивных элементов. Активный элемент- любой канал, стенки

которого покрыты изнутри звукопоглощающим материалом. Реактивный элемент (рис.2) - канал с внезапно изменяющейся площадью большего сечения и с образованием камеры определенной длины.

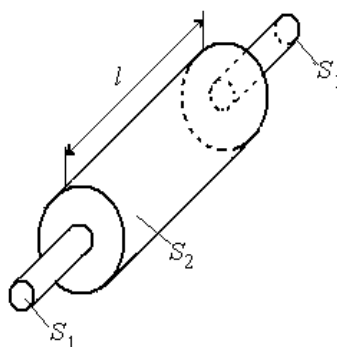


Рис. 2. Реактивный элемент глушителя

$l, S_2$  - длина и площадь сечения камеры,  $S_1$  - площадь канала.

При изменении площади сечения звук отражается. При длинах камеры, равных кратно половине волны образуются стоячие волны, которые увеличивают давление на концах камерной полости. Эффективность камерного элемента можно определить по формуле

$$e = 10 \cdot \lg[\cos^2 kl + 0,25(S_1/S_2 + S_2/S_1)2\sin^2 kl], \quad (9)$$

где  $k=2\pi f/c$  - волновое число,  $c$  - скорость звука,  $\lambda=c/f$  - длина звуковой волны. При  $\sin kl \approx 1, e \approx \max$ .

### ЗАДАНИЕ 3

#### **Задача 1.**

Определить необходимую эффективность звукоизоляции кожуха, ограждающий источник мощностью  $W$ , если уровень звукового давления приемника, находящегося в помещении на расстоянии **4 м** от источника, не должен превышать допустимого  $L_n$ . Принять излучающую поверхность кожуха, равной его физической поверхности, форма кожуха кубическая. Найти необходимую толщину изоляции, если  $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$ .

Исходные данные приведены табл. 9.

Таблица 9

#### **Исходные данные к акустическому расчету кожуха**

№ варианта	W (Вт)	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$S_1(\text{м}^2)$	$S_2(\text{м}^2)$	$f$ (Гц)	$L_n$ (дБ)
0	1,0	0,3	0,1	20	1000	50	85
1	1,1	0,3	0,1	20	1000	50	85
2	1,2	0,4	0,1	20	1000	50	85
3	1,3	0,4	0,1	20	1000	50	85
4	1,4	0,4	0,1	20	1000	50	85
5	1,5	0,4	0,1	20	1000	50	85
6	1,6	0,5	0,06	24	800	250	78
7	1,7	0,5	0,06	24	800	250	78
8	1,8	0,5	0,06	24	800	250	78
9	1,9	0,5	0,06	24	800	250	78

#### **Задача 2.**

Определить эффективность затухания в реактивном камерном элементе в зависимости

от его длины при заданном отношении сечений и камеры. Исходные данные приведены в табл. 13.

Таблица 13

**Данные к акустическому расчету реактивного элемента**

Параметры	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f, \text{Гц}$	100	200	300	400	500	600	700	800	100	200
$S_1/S_2$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0,1	0,1	0,1	0,1

**МЕТОДИКА РАСЧЁТА**

Расчет эффективности проводится по формуле (6), толщина стенки кожуха по формуле (8). Уровень мощности источника определяется по формуле

$$L_W = 10 \cdot \lg(W/I \times Se),$$

где величина  $Se$  может быть принята произвольно, поскольку она сокращается при вычислениях. Это можно проверить путем преобразования формулы (6). Примем  $Se = 1 \text{ м}^2$ , значение  $I^* = 10\text{-}12 \text{ Вт/м}^2$ .  $\Phi_1 = 1$ ,  $\Phi_2 = 2$ , поскольку кожух находится на плоскости, а излучение кожуха осуществляется в полупространстве.

$V = S$ . Величина  $S_1(r_1)$  рассчитывается из геометрических соотношений из условия, что длина ребра грани кожуха равна  $(S_1/6)^{0.5}$ , а радиус сферы  $r_1$  равен половине ребра.

Эффективность шумогашения элементом определяется формулой (9). Если  $S_2/S_1$  больше пяти, то  $e \approx \max$  при  $\sin kl \approx 1$ . Отсюда величина  $kl$  принимает значения  $\pi/2$ ,  $3\pi/2$ ,  $5\pi/2$ . Волновое число определяется по формуле  $k = 2\pi f/c$ , скорость звука при нормальных условиях равна  $c = 331 \text{ м/с}$ . Величина  $l_1 = (\pi/2)/k$ ,  $l_2 = (3\pi/2)/k$ ,  $l_3 = (5\pi/2)/k$ .

**ПРИМЕР**

1. Пусть  $W = 0.8 \text{ (Вт)}$ ,  $\alpha_1 = 0.2$ ,  $\alpha_2 = 0.12$ ,  $S_1 = 18 \text{ (м}^2\text{)}$ ,  $S_2 = 1200 \text{ (м}^2\text{)}$ ,  $f = 60 \text{ (Гц)}$ ,  $L_n = 90 \text{ (дБ)}$ . Имеем:  $V_1 = 4.5$ ,  $V_2 = 163.6$ ,  $L_W = 10 \cdot \lg(W/I^* S_e) = 10 \cdot \lg(0.8/10^{-12} \cdot 1) = 119 \text{ дБ}$ ,  $r = (S_1/6)^{0.5}/2 = 0.87 \text{ м}$ ,  $S_1(r) = 4\pi r^2 = 9.5 \text{ м}^2$ ,  $r_2 = 4 \text{ м}$ ,  $S_2(r_2) = 4\pi r_2^2 = 201 \text{ м}^2$ .

$e \geq L_W - L_n + 10 \cdot \lg\{18[1/9.5 + 4/4.5] \cdot [2 \cdot 1/101 + 4 \cdot 1/163]\} = 119 - 90 - 1 = 28 \text{ дБ}$ ,

толщина стенки кожуха  $h = (237 \times 10^{0.05e}) / (f \times \rho_2) = (237 \times 10^{0.05 \cdot 28}) / (50 \times 800) = 0.144 \text{ м}$

2. Пусть  $S_2/S_1 = 5$ ,  $f = 900 \text{ Гц}$ . Имеем  $k = 2\pi f/c = 2\pi \cdot 900/331 = 17,1 \text{ (1/м)}$ ,

$l_1 = (\pi/2)/k = (\pi/2)/17,1 = 0,092 \text{ м}$ .  $l_2 = (3\pi/2)/k = 0.27 \text{ м}$ .

Эффективность шумогашения равна  $e = 10 \cdot \lg[\cos^2 kl + 0,25(S_1/S_2 + S_2/S_1) 2\sin^2 kl]$

$e = 10 \cdot \lg[0 + 0,25(0,2+5)^2] = 8,3 \text{ дБа}$ .

**ЗАДАНИЕ 4. Определение платежей на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний организации**

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний являются экономическим гарантом защиты работников в случае ущерба здоровью работающих в процессе трудовой деятельности. Платежи работодателя в Фонд социального страхования РФ определяются классом риска вида экономической деятельности организации и состоянием организации управления охраной труда в ней. В данных методических указаниях рассматривается расчет платежей на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний организации с учетом конкретного состояния охраны труда.

*Задание.*

Определить платежи по страхованию от несчастных случаев организации в которой в прошлом году работало Р работников, произошло N несчастных случаев, с суммарным числом дней потери по нетрудоспособности Д, фонд оплаты труда составил рублей ФОТ, перечислено в ФСС рублей ВЗ, проведена аттестация рабочих мест по условиям труда на % рабочих мест АРМ%, периодический медосмотр прошло работников ПМ%. Средние значения показателей для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам за прошлый год утверждены в размере  $a_{отр}$ ,  $b_{отр}$ ,  $c_{отр}$ .

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	$a_{отр}$	$b_{отр}$	$c_{отр}$	Р	Н	Д	ФОТ тыс.р	ВЗ тыс.р	АРМ %	ПМ %
1.	11200	ТОПЛИВНАЯ ПРОМ-СТЬ	1,87	4,84	8,50	100	5	150	960	3	30	50
2.	11210	НЕФТЕДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	0,81	1,24	53,11	200	6	200	32000	45	45	60
3.	11220	НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫ- ВАЮЩАЯ ПРОМ-СТЬ	0,71	1,28	44,12	300	6	180	45000	50	60	70
4.	11230	ГАЗОВАЯ ПРОМ-СТЬ	1,99	1,99	47,33	450	5	140	50000	60	45	80
5.	11231	ДОБЫЧА ПРИРОДНОГО ГАЗА	0,79	1,74	45,10	50	1	24	5800	43	70	90
6.	11232	ПЕРЕРАБОТКА ПРИРОДНОГО ГАЗА	0,72	1,18	32,83	150	2	36	1200	68	80	95
7.	11233	ПЕРЕРАБОТКА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА	0,80	0,74	56,58	206	3	38	30000	80	90	98
8.	11300	УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	330, 67	12,8 4	5,54	58	1	60	6000	75	100	93
9.	11310	ДОБЫЧА УГЛЯ	67,0 8	0,00	0,00	100	5	150	960	3	30	50
10	11311	ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ	0,45	6,13	31,78	200	6	200	32000	45	45	60

Методика и порядок расчета платежей на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний организации.

По Постановлению Правительства РФ на текущий год определяется класс профессионального риска (от 1 до 32) к которому по виду экономической деятельности относится организация предварительно необходимо перевести ОКОНХ в ОКВЭД.

По Федеральному Закону «О страховых тарифах...» определяется соответствующий определенному классу тариф на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (от 0,2 до 8,5% от ФОТ).

По Методике рассчитываем скидки или надбавки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Предварительно необходимо рассчитать сумму, выплаченную в возмещения вреда пострадавшим. Можно ограничиться суммой выплат по больничным листам нетрудоспособности используя понятие средняя заработная работника плата в день.

Сравнить сумму перечисленных ФСС РФ средств с расчетной и сделать вывод о компетенции органов управления организации.

***Рассчитать рост производительности труда и эффективность производства при проектировании автоматизированного рабочего места.***

1. Учет требований эргономики при проектировании новой техники и технологических процессов осуществляется или в результате создания

автоматизированных производственных процессов или же оснащением станков, машин. Затраты на внедрение требований эргономики при проектировании эргономичных узлов и агрегатов определяются суммированием их стоимости, а эффективность мероприятий рассчитывается сопоставлением полученных результатов с произведенными затратами.

При проектировании полностью автоматизированных производственных процессов расчет затрат на внедрение эргономики не производится.

Оценка результативности деятельности проектно-конструкторских организаций по обеспечению требований эргономики в обоих случаях производится с помощью следующих показателей: роста производительности труда в результате внедрения новой техники и технологических процессов и, как следствие, высвобождение рабочей силы с участков производства с неблагоприятными условиями труда и возможной в этой связи экономии рабочего времени; условной экономии затрат по фонду заработной платы высвобожденных работников и т.д.

Расчет численности высвобождаемых работников при внедрении более производительной техники и технологии находится по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{высв}} = (Ч_б - Ч_н) \times K_{\text{см}}$$

где  $\mathcal{E}_{\text{высв}}$  - число высвобождаемых работников;

$Ч_б$  – численность работников, занятых на данном участке производства;

$Ч_н$  - численность работников, занятых на данном участке производства, после внедрения нового оборудования;

$K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности работы оборудования.

Показатель		№ варианта (последняя цифра зачетной книжки)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число работников	до внедрения, $Ч_б$	18	10	6	8	10	12	15	10	12	8
	после внедрения, $Ч_н$	6	4	2	4	7	5	3	2	4	2
Срок действия внедренного мероприятия T, месяц		4	6	7	8	5	3	4	6	8	3
Среднемесячная заработная плата одного работника $Z_m$		7800	7200	7600	7900	8100	8400	7100	9300	11450	9900

**Пример.** В отделе работают 5 человек в одну смену. После внедрения новой техники остался один человек. Годовой фонд рабочего времени одного работника в базовом периоде  $\Phi_б = 235$  дней. Рассчитать рост производительности труда и эффективность производства.

$$\mathcal{E}_{\text{высв}} = (5-1) \times 1 = 4.$$

Условная экономия численности работников рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_з = (\mathcal{E}_{\text{высв}} \times V_{\text{ут б}} \times T/12)/\Phi_б,$$

где  $V_{\text{ут б}}$  – потеря рабочего времени по заболеваемости одного работника в год;

$T$  – срок действия новой техники в год;  
 $\Phi_6$  – годовой фонд рабочего времени одного работника в базовом периоде.

Рассчитаем условную экономию численности работников:

$$\mathcal{E}_3 = 4 \times 16,1 \times 0,5/235 = 0,13702.$$

Условная экономия рабочей силы при внедрении новой техники, отвечающей требованиям эргономики, может быть получена за счет ликвидации связанной с производством заболеваемости занятых здесь работников в результате обеспечения благоприятных условий труда. Этот вид экономии рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ост}} = (\mathcal{C}_n \times V_{\text{утб}} \times 0,25 \times (T/12)) / \Phi_6,$$

где 0,25 – коэффициент удельный производственной заболеваемости.

$$\mathcal{E}_{\text{ост}} = (1 \times 16,1 \times 0,25 \times 0,5) / 235 = 0,00856.$$

5. Условная экономия от высвобождения численности работающих при внедрении автоматизированного процесса может быть получена в результате сокращения масштабов применения дополнительного отпуска и сокращенного рабочего дня, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{в.л.}} = \mathcal{E}_{\text{высв}} \times (T_{\text{д.б.}} / \Phi_6 + T_6 \times \Phi_6 / \Phi_{\text{ч}}),$$

где  $T_{\text{д.б.}}$  – продолжительность дополнительного отпуска;

$T_6$  – продолжительность сокращенного рабочего дня;

$\Phi_{\text{ч}}$  – годовой фонд рабочего времени одного рабочего.

$T_6 = 1$  час, и в среднем продолжительность рабочего дня составляет 8 часов,

то  $\Phi_{\text{ч}} = \Phi_6 \times 8 = 1880$  часов,

найдем  $\mathcal{E}_{\text{в.л.}}$

$$\mathcal{E}_{\text{в.л.}} = 4(6/235 + 1 \times 235/1880) = 0,602127.$$

6. Общая экономия рабочей силы по всем перечисленным факторам вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_{\text{высв}} + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_{\text{ост}} + \mathcal{E}_{\text{в.л.}}$$

и характеризует возможный рост производительности труда в результате внедрения новой техники и технологии, отвечающей требованиям эргономики и рассчитывается по формуле:

$$\Pi_T = \mathcal{E}_0 \times 100 / (\mathcal{C}_{\text{ппп}} - \mathcal{E}_0),$$

где  $\Pi_T$  – рост производительности труда ;

$\mathcal{C}_{\text{ппп}}$  – численность производственного персонала;

Найдем  $\mathcal{E}_0 = 4 + 0,13702 + 0,00856 + 0,602127 = 4,74775$ ,

$\Pi_T = 4,74775 \times 100 / (1427 - 4,74775) = 0,33 = 33\%$ .

7. Экономия фонда заработной платы высвобожденных работников определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ф.з.}} = \mathcal{Z}_m \times \mathcal{E}_{\text{высв}} \times T,$$

где  $\mathcal{Z}_m$  – среднемесячная заработная плата одного работника;

$T$  – срок действия внедренного мероприятия, месяц;

Найдем  $\mathcal{E}_{\text{ф.з.}} = 4300 \times 4 \times 6 = 103200$ .

8. Экономия средств фонда социального страхования на оплату больничных листов в

результате высвобождения работников составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{с.с.}} = \mathcal{Z}_{\text{д}} \times \mathbf{V}_{\text{УТ б}} \times \mathcal{E}_{\text{высв}},$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{д}}$  – средняя дневная заработная плата одного работника;

Найдем  $\mathcal{Z}_{\text{д}} = 4300/30 = 143$  руб,

$$\mathcal{E}_{\text{с.с.}} = 143,3 \times 16,1 \times 4 = 9228.$$

9. Экономия фонда заработной платы по временным льготам рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{в.л.}} = \mathcal{E}_{\text{высв}} \times (\mathbf{T}_{\text{б}} \times \mathbf{\Phi}_{\text{б}} \times \mathcal{Z}_{\text{ч}} + \mathbf{T}_{\text{д.б.}} \times \mathcal{Z}_{\text{д}}),$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{ч}}$  – средняя часовая заработная плата;

Найдем  $\mathcal{Z}_{\text{ч}} = 143,3/8 = 18$ .

Найдем экономию фонда заработной платы по временным льготам:

$$\mathcal{E}_{\text{в.л.}} = 4 \times (1 \times 235 \times 18 + 6 \times 143,3) = 20359.$$

10. Суммарная экономия от внедрения достижений эргономики складывается из всех перечисленных видов экономии:

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = \mathcal{E}_{\text{ф.з.}} + \mathcal{E}_{\text{с.с.}} + \mathcal{E}_{\text{в.л.}},$$

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = 103200 + 9228 + 20359 = 132787.$$

11. Получив величину суммарной экономии, найдем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{сум}} - (\mathcal{Z}_{\text{е.д.}} \times \mathbf{E}_{\text{н}}),$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{е.д.}}$  – единовременные затраты на обеспечение требований эргономики;

$\mathbf{E}_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности.

Найдем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 132787 - (171815 \times 0,08) = 13745.$$

Мероприятие считается экономически эффективным, если срок окупаемости единовременных затрат не превышает нормативный:

$$\mathcal{Z}_{\text{е.д.}} / \mathcal{E}_{\text{сум}} < 12,5,$$

$$\mathcal{Z}_{\text{е.д.}} / \mathcal{E}_{\text{сум}} = 171815 / 132787 = 1,29.$$

Вывод: при данных условиях автоматизированные рабочие места ведут к росту производительности труда на 33%, и срок окупаемости не превышает нормативный, следовательно внедрение рабочих мест эффективно.

### Рекомендуемая литература

1. **Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности** : учебник / Н. И. Акинин, Л. К. Маринина, А. Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н. И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116363> (дата обращения: 12.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. **Бурашников, Ю. М.** Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю. М. Бурашников, А. С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93587> (дата обращения: 13.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. **Вишняков, Я.Д.** Безопасность жизнедеятельности: учебник для академического бакалавриата / Я. Д. Вишняков [и др.]; под общ. ред. Я. Д. Вишнякова. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 430 с. [Электронный ресурс]. — URL <https://biblio-online.ru/book/B2C6C2A6>
4. **Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие** / В.М. Маслова, И.В. Кохова, В.Г. Ляшко; Под ред. В.М. Масловой. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский

- учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/367408>
5. **Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие** / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/238589>
  6. **Графкина, М.В., Нюнин, Б.Н., Михайлов, В.А.** Безопасность жизнедеятельности: Учебник / М.В. Графкина, Б.Н. Нюнин, В.А. Михайлов. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/365800>
  7. **Мурадова, Е.О.** Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие / Е.О. Мурадова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 124 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/364801>
  8. **Семехин, Ю.Г.** Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Ю.Г. Семехин; Под ред. проф. Б.Ч. Месхи. - М.: НИЦ Инфра-М: Академцентр, 2012. - 288 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/314442>
  9. **Артюхов, И.Л.** Лабораторный практикум по безопасности жизнедеятельности : учебно-методическое пособие / И.Л. Артюхов – Москва : Экон-Информ, 2011. – 135 с.: ил. - 100 экз. - ISBN - Текст : непосредственный.
  10. **ГОСТ 12.0.003-15.** Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация = Occupational safety standards system. Dangerous and harmful working factors. Classification : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. № 602-ст : введен в действие в качестве национального стандарта : дата введения 2017-03-01 / подготовлен Обществом с ограниченной ответственностью "Экожилсервис", ФГБОУ ВПО "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"- Москва : Стандартиформ, 2016. — . — URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 2.08.2021). – Режим доступа свободный. - Текст: электронный.
  11. **Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах** : (СанПиН 2.2.4.3359) : официальное издание : утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 21.06.2016 : введены в действие 01.01.2017. – Москва, 2017 : — . — URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 29.08.2021). – Режим доступа свободный. - Текст: электронный.