

# МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающей кафедрой  
«Транспортное строительство»  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.А. Локтев  
(подпись, Ф.И.О.)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Российской  
открытой академии транспорта

\_\_\_\_\_ В.И. Апатцев  
(подпись, Ф.И.О.)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.

**Кафедра:** «Техносферная безопасность»  
(название кафедры)

**Авторы:** Медведева В.М., к.тех.н, доц.; Простомолотова В.Б. ассистент  
(ф.и.о., ученая степень, ученое звание)

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Безопасность жизнедеятельности»

\_\_\_\_\_ (название дисциплины)

**Направление/специальность:** 23.05.06 – СЖс – Строительство железных дорог, мостов  
и транспортных тоннелей  
(код, наименование специальности /направления)

**Профиль/специализация** 23.05.06-04 Тоннели и метрополитены

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер путей сообщения

**Форма обучения:** заочная

Одобрена на заседании Учебно-методической комиссии РОАТ Протокол № _____ « ___ » _____ г. Председатель УМК _____ С.Н. Климов (подпись, Ф.И.О.)	Одобрена на заседании кафедры «Техносферная безопасность» Протокол № _____ « ___ » _____ г. Зав. кафедрой _____ В.А. Аксёнов (подпись, Ф.И.О.)
---	---

Москва 201\_\_ г.

Рецензент – к-т.техн.наук, доц. Д.В. Климова

©Российский университет транспорта, 2017

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью освоения учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является изучение теории и практики безопасности жизнедеятельности; системного подхода к анализу причинного комплекса чрезвычайных ситуаций, общей характеристики обеспечения безопасности в различных сферах жизнедеятельности; умение оценивать уровни безопасности личности и общества; обеспечение безопасности в техногенной сфере, в природной среде и социуме.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических и контрольной работы.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» студент выполняет одну контрольную работу. При выполнении контрольной работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться нормативной и справочной литературой, грамотно выполнять и оформлять инженерные расчеты.

Контрольная работа состоит из 6 заданий: 3 теоретических вопроса и 3 задачи.

Задания представляет собой решение задач по определению:

- шумового и вибрационного воздействия на работников путевого хозяйства, в том числе расчёт коллективных и индивидуальных средств защиты,
- заземления цистерны при наливке бензола (нефтепродуктов) среды от возможных разрядов статистического электричества,
- сил и средств для тушения пожара на станционных путях с целью исключить его распространение,
- зоны видимости при замене рельсов станционных железнодорожных путей,
- освещенности в производственных цехах.

Обучаемые в часы самостоятельной работы знакомятся с заданием, изучают рекомендуемую в рабочей программе учебную литературу. Учебные вопросы задания отрабатываются методом самостоятельного выполнения обучаемыми расчетных задач.

Номера задач выбираются по предпоследней и последней цифрам учебного шифра. К контрольной работе даются методические указания к решению задач. Учебные вопросы задания отрабатываются методом самостоятельного выполнения обучаемыми расчетных задач. Варианты данных задач выбираются по предпоследней и последней цифрам учебного шифра.

Контрольная работа должна быть написана четко, разборчиво, с обязательным использованием поясняющих схем и расчетных формул тех показателей, формулировки которых приведены в работе. В начале работы необходимо указать номер вопроса или задачи согласно заданию и полностью написать текст вопроса или условие задачи. После этого можно перейти к ответу на поставленный вопрос или решению задачи.

В конце контрольной работы указать список используемых источников (федеральных законов, ГОСТов, СНИПов, СН и др., а также ссылки на сайты интернета), поставить подпись и дату.

Контрольную работу следует представлять для рецензирования в сроки, указанные в учебном плане. Студент, получив прорецензированную контрольную работу с замечаниями и указаниями преподавателя, должен исправить ошибки и устранить недостатки, а при необходимости дополнить или переделать работу. В случае направления контрольной работы на повторное рецензирование студент обязан вместе с исправленной контрольной работой представить и рецензию.

Получив зачет по контрольной работе, студент сдает эту работу преподавателю на экзамене или зачете по курсу.

Таблица с номерами заданий для выполнения контрольной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Предпоследняя цифра учебного шифра	Последняя цифра учебного шифра										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1 Вопросы	1,18,25	2,13,52	3,26,56	4,28,58	5,32,55	6,20,57	7,23,46	8,21,53	9,22,42,	10,24,50	
Задачи	1,4,6	2,5,7	3,5,6	1,2,5	1,3,6	1,4,5	1,3,6	2,5,6	3,5,7	1,4,5	
2 Вопросы	11,30,43	12,29,44	13,31,54	14,38,41	15,34,45	16,27,39	17,35,40	19,33,47	3,36,48	5,37,51	
Задачи	1,2,7	2,5,6	3,5,7	1,4,5	1,4,6	2,5,6	2,4,5	2,5,7	1,3,5	1,3,6	
3 Вопросы	6,24,49	13,31,46	15,34,47	18,29,45	2,27,52	5,36,55	12,37,56	9,38,57	14,29,47	17,34,56	
Задачи	2,4,5	2,4,6	1,2,5	1,2,6	2,4,7	2,4,6	1,3,5	1,3,6	2,4,5	2,4,6	
4 Вопросы	1,20,39	2,21,40	3,22,41	4,23,42	5,25,49	8,26,47	9,28,51	10,24,57	11,28,52	12,30,56	
Задачи	1,4,7	2,5,6	1,3,5	1,4,6	2,4,5	2,5,6	1,3,5	1,3,6	2,4,7	2,4,5	
5 Вопросы	13,34,43	14,23,49	15,35,46	16,36,58	18,21,54	3,24,45	5,34,55	9,28,57	12,24,40	17,30,58	
Задачи	1,3,5	1,4,6	2,5,7	2,4,6	1,3,5	1,4,6	2,3,5	2,4,6	1,3,5	1,4,7	
6 Вопросы	18,26,53	2,23,49	3,20,39	4,24,55	5,21,57	6,24,46	8,28,53	9,25,47	10,24,51	12,28,50	
Задачи	2,4,7	1,3,5	1,3,7	2,4,5	2,4,6	1,3,5	1,4,6	2,4,5	2,4,6	1,3,5	
7 Вопросы	13,26,44	14,23,48	15,32,56	16,36,51	17,34,55	18,22,47	19,23,49	3,21,54	5,25,52	6,28,41	

	Задачи	1,3,6	2,4,5	2,4,6	1,3,5	1,3,6	2,4,5	2,4,6	1,4,5	1,4,6	2,4,6
8	Вопросы	7,29,53	8,30,56	9,26,54	10,33,58	11,32,53	12,34,57	13,21,40	14,27,52	15,20,50	16,33,39
	Задачи	1,3,5	1,4,7	2,4,5	2,4,6	1,2,5	1,3,6	2,3,5	2,3,7	1,4,5	1,3,6
9	Вопросы	17,38,58	18,37,47	1,35,40	2,22,51	3,24,50	4,25,56	5,31,55	6,29,57	8,30,52	9,31,49
	Задачи	2,4,5	2,4,7	1,3,5	1,3,6	2,3,5	2,3,6	1,5,7	2,5,6	1,3,5	1,4,6
0	Вопросы	12,32,47	13,33,41	14,29,52	15,30,54	16,34,44	17,35,46	18,36,57	2,37,55	3,24,44	5,23,41
	Задачи	2,4,5	2,4,6	1,3,5	1,3,6	2,4,5	2,4,7	1,2,5	1,3,7	1,4,6	2,4,5

## **Вопросы для выполнения контрольной работы**

1. Классификация чрезвычайных ситуаций.
2. Критерии электробезопасности по величине тока и времени его воздействия.
3. Виды инструктажей по охране труда.
4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.
5. Классификация помещений по электроопасности.
6. Обязанности инженера по охране труда предприятия.
7. Чрезвычайные ситуации природного характера.
8. Атмосферное электричество. Опасность и средства защиты.
9. Классификация условий труда рабочих мест, по в соответствии с требованиями федерального законодательства о специальной оценке условий труда.
10. Основные разделы учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Основные задачи дисциплины.
11. Характерные примеры воздействия на человека негативных факторов транспортной составляющей техносферы
12. Организация работы по охране труда на предприятии.
13. Классификация производственных вредных веществ по классам опасности.
14. Естественное и искусственное освещение, их классификация.
15. Трудовой кодекс Российской Федерации. Обязанности работодателей и работников по охране труда.
16. Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока.
17. Приборы для оценки осветительных условий на рабочих местах.
18. Признаки производственного травматизма.
19. Действия пассажиров автомобиля, тонущего в воде.
20. Основные характеристики электрических источников света.
21. Порядок расследования несчастных случаев на производстве.

22. Меры безопасности в быту, а также при обращении с товарами бытовой химии.

23. Нормативные отраслевые документы по охране труда (для железнодорожной отрасли).

24. Действие вибрации на организм человека. Характерные проявления виброболезни.

25. Оказание первой помощи пострадавшему при пожаре.

26. Поведение людей в зоне урагана.

27. Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока.

28. Классификация акустических колебаний. Действие шума на человека и среду обитания.

29. Оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Принципы нормирования.

30. Оказание первой помощи при попадании агрессивных химических веществ на тело человека.

31. Меры безопасности при нахождении на железнодорожных путях.

32. Действия пассажиров, попавших в железнодорожную катастрофу.

33. Коллективные средства безопасности жизнедеятельности, при воздействии на рабочих пыли и шума.

34. Действия пассажиров при пожаре в железнодорожном вагоне.

35. Электромагнитные поля и их воздействие на организм человека. Источники электромагнитных полей и излучений в техносфере.

36. Санитарно-гигиенические требования к рабочему месту, оснащенному компьютером.

37. Меры безопасности на электрифицированных участках железных дорог.

38. Средства защиты от механического травмирования: ограждения, блокировки, предохранители и др.



39. Требования, предъявляемые к путям эвакуации людей при пожарах.
40. Основные требования безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов.
41. Пожарная сигнализация и пожарные извещатели.
42. Основные причины пожаров. Виды горения.
43. Меры пожарной профилактики. Категории пожарной опасности складских и производственных помещений и зданий.
44. Средства и способы тушения пожаров. Огнегасительные свойства воды.
45. Статическое электричество. Причины электризации, опасность и меры защиты.
46. Меры безопасности в грозу.
47. Шаговое напряжение. Причина возникновения и оценка опасности в зоне растекания тока.
48. Вибрация. Параметры и единицы измерения. Средства защиты от вибрации.
49. Влияние шума на организм человека. Ультразвук и инфразвук.
50. Меры безопасности при нахождении человека на электрифицированных участках железных дорог.
51. Эргономика. Основные задачи и средства реализации.
52. Трудовой кодекс Российской Федерации. Обязанности работодателя и работника по охране труда.
53. Классификация условий труда (классы и подклассы).
54. Ионизирующее излучение. Меры защиты от радиации.
55. Система управления охраной труда (СУОТ) на федеральном уровне, на уровне субъекта России, непосредственно в организации.
56. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

57. Меры по предотвращению наездов на людей, находящихся в опасной зоне на путях станций и перегонов.

58. Обязанности инженера по охране труда на предприятии.

## Задача № 1

### Расчет заземления цистерны

Провести расчёт заземления цистерны при наливке бензола (нефтепродуктов) среды от возможных разрядов статистического электричества в изолированную цистерну. [6]

Вариант исходных данных принять из табл. 1.1

Таблица 1.1.

Исходные данные	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость налива $V$ , л/с	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,8	1,9	2,0	2,1
Вместимость цистерны, $M$ , л	2000	1500	1600	1700	1800	1800	1700	1600	1500	2000

#### 1. Указания к решению задачи.

Скорость электризации бензола  $g = 1,1 \cdot 10^{-8}$  А/мин. На 1 литр продукта.

Электрическая емкость цистерны  $C = 10^{-9}$  Ф.

Минимальная энергия, необходимая для воспламенения бензола

$$E_{\text{мин}} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} \quad (1.1.)$$

#### 2. Определить:

Электрический заряд, передаваемый электризованным бензолом корпусу изолированной цистерны, Кл

$$Q = g \cdot M \quad (1.2.)$$

Потенциал на корпусе изолированной цистерны к концу налива, В

$$V = Q/C \quad (1.3.)$$

Тепловую энергию искры разряда статистического электричества, Дж

$$E = 0,5CV^2. \quad (1.4.)$$

Сравнить полученную величину с минимальной энергией  $E_{\text{мин.}}$ , при которой возможно воспламенение паров бензола и последующее возгорание и взрыв.

При необходимости рассчитать электрический потенциал на корпусе цистерны, при котором воспламенение паров бензола не происходит, В

$$V_{\text{доп.}} = \sqrt{2E_{\text{мин.}} / C}, \text{ В} \quad (1.5)$$

для уменьшения потенциала на корпусе цистерны до безопасной величины необходимо устроить заметное заземление, сопротивления, Ом, которого не должно быть более

$$R \leq V_{\text{доп.}} \cdot t_{\text{сл}} / Q = V_{\text{доп.}} \cdot M / Q \cdot V, \quad (1.6)$$

где время слива бензола составит  $t_{\text{сл}} = M/V$ , с.

Время полного разряда, с, (стекание потенциала статистического электричества) заземленной цистерны составит

$$T = 3\tau = 3RC. \quad (1.7)$$

Принимать во внимание, что во взрывоопасной среде постоянная времени релаксации должна быть  $\tau_{\text{доп.}} \leq 0,001$  с, необходимо иметь заземляющее устройство с сопротивлением, Ом

$$R_{\text{доп}} \leq \tau_{\text{доп.}} / C, \quad (1.8)$$

В этом случае потенциал на заземленном корпусе цистерны не превышает величину

$$V_{\text{к}} = QR_{\text{доп.}} / t_{\text{сл}}. \quad (1.9.)$$

3. Сделать вывод о параметрах устройства заземления, предупреждающего взрыв на наливной установке. [6]

## Задача № 2

### Определение ожидаемого снижения уровня звукового давления

Определить ожидаемое снижение уровня звукового давления в помещении испытательной лаборатории за счет установки на стенах и потолке звукопоглощающих конструкций и настила паркетного пола. [4]

Измеренные уровни звукового давления в помещении лаборатории до акустической обработки в сравнении с нормами даны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

## Исходные данные по результатам замеров в помещении лаборатории

Измерительные и аналитические работы в лаборатории	Значение уровня звукового давления, дБ на среднегеометрической частоте, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Измеренные УЗД, дБ	76	79	66	63	59	53
Норма ПС-55, дБ	70	68	58	55	52	50

Из табл. 2.1 видно, что наибольший уровень звукового давления находится на среднегеометрической частоте 125 Гц. Поэтому в качестве звукопоглощающей облицовки предполагается использовать плиты минераловатные гладкие с воздушным промежутком 100 мм, которые на этой частоте дают наибольший эффект. Дверь не обрабатывается.

Таблица №2.2.

## Размеры помещения испытательной лаборатории

Исходные данные размеров лаборатории	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина, м	6	8	10	12	14	7	9	11	13	15
Ширина, м	5	6	8	10	12	6	8	9	7	6
Высота, м	3,0	3,0	3,2	3,2	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6
Площадь окон, м <sup>2</sup>	10,0	10,0	16,0	20,0	20,0	10,0	12,0	20,0	16,0	16,0
Площадь двери, м <sup>2</sup>	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,8	1,9	2,0	2,1

**Методические рекомендации по решению задачи.**

Для решения задачи принимаем следующие характеристики помещения:

длина — 10 м, ширина — 7 м, высота — 3,5 м,

площадь окон с двойным остеклением 20 м;

материал пола — линолеумом по твердому основанию,

дверь — деревянная панель толщиной 10 мм с воздушным промежутком 50 мм площадью 2,5 м<sup>2</sup>.

**Решение.** Подробный расчет выполним для  $f_{cr} = 1000$  Гц.

1. Определим площади ограждающих конструкций помещения:

$$\text{—потолок и пола } S_{\text{пол}}=S_{\text{пот}} = 10 \cdot 7,0=70 \text{ м}^2; \quad (2.1.)$$

$$\text{—стен } S_{\text{ст}}=(10,0 \cdot 3,5 \cdot 2,0)+(7,0 \cdot 3,5 \cdot 2,0)+20,0+2,5=96,5 \text{ м}^2. \quad (2.2.)$$

2. Рассчитаем эквивалентные площади звукопоглощения необработанного помещения, выбирая значения коэффициентов звукопоглощения из табл. 4:

$$\text{—потолок: } A_0^{\text{пот}}=(\alpha \cdot S)_{\text{пот}} = 0,02 \cdot 70,0= 1,4 \text{ м}^2; \quad (2.3.)$$

$$\text{—пол: } A_0^{\text{пол}}=(\alpha \cdot S)_{\text{пол}} = 0,03 \cdot 70,0=2,1 \text{ м}^2; \quad (2.4.)$$

$$\text{—стен: } A_0^{\text{ст}}=(\alpha \cdot S)_{\text{стен}} = 0,03 \cdot 96,5=2,9 \text{ м}^2; \quad (2.5.)$$

$$\text{—окно: } A_0^{\text{окн}}=(\alpha \cdot S)_{\text{окн}} = 0,12 \cdot 20,0=2,4 \text{ м}^2, \quad (2.6.)$$

$$\text{—дверь: } A_0^{\text{двр}}=(\alpha \cdot S)_{\text{двр}}=0,05 \cdot 2,5=0,12 \text{ м}^2. \quad (2.7.)$$

Эквивалентную площадь звукопоглощения всего помещения получим, сложив полученные значения для каждого ограждения:

$$A_0=A_0^{\text{пот}}+A_0^{\text{пол}}+A_0^{\text{ст}}+A_0^{\text{окн}}+A_0^{\text{двр}}=8,91 \text{ м}^2 \quad (2.8.)$$

Выполнив аналогичные расчеты для остальных среднегеометрических частот, их результаты сведем в табл. 2.3.

Таблица 2.3.

Результаты расчетов эквивалентной площади звукопоглощения необработанного помещения  $A^0_{\text{пом}}$

Параметр	Значения параметра на среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Потолок $S_{\text{пот}} = 70,0 \text{ м}^2$						
$\alpha_{\text{пот}}$	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
$(\alpha \cdot S)_{\text{пот}}$	0,7	0,7	1,4	1,4	2,1	2,1
Пол $S_{\text{пол}} = 70,0 \text{ м}^2$						
$\alpha_{\text{пол}}$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
$(\alpha \cdot S)_{\text{пол}}$	1,4	1,4	2,1	2,1	2,8	2,8
Стены $S_{\text{ст}} = 96,5 \text{ м}^2$						
$\alpha_{\text{пол}}$	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
$(\alpha \cdot S)_{\text{пол}}$	0,96	0,96	1,93	1,93	2,9	2,9
Окно $S_{\text{ок}} = 20,0 \text{ м}^2$						
$\alpha_{\text{ок}}$	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
$(\alpha \cdot S)_{\text{ок}}$	7,0	5,0	3,6	2,4	1,4	0,8
Дверь $S_{\text{дв}} = 2,5 \text{ м}^2$						

$\alpha_{ок}$	0,25	0,15	0,06	0,05	0,04	0,04
$(\alpha \cdot S)_{ок}$	0,62	0,37	0,15	0,12	0,10	0,10
Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения $A_{пом}$						
$A_{пом}$	10,7	8,43	9,18	8,91	9,29	8,69

3. Теперь определим эквивалентные площади звукопоглощения обработанного помещения (кроме окон и дверей, т.к. они не обрабатываются). Подробный расчет также выполним для  $f_{ст} = 1000$  Гц:

— потолок  $A_{пот} = (\alpha \cdot S)_{пот} = 0,50 \cdot 70,0 = 35,0 \text{ м}^2$ ; (2.9.)

— пол  $A_{пол} = (\alpha \cdot S)_{пол} = 0,08 \cdot 70,0 = 5,6 \text{ м}^2$ , (2.10.)

— стена  $A_{стн} = (\alpha \cdot S)_{стн} = 0,50 \cdot 96,5 = 48,2 \text{ м}^2$ ; (2.11.)

— окно  $A_{окн} = (\alpha \cdot S)_{окн} = 0,12 \cdot 20,0 = 2,4 \text{ м}^2$ ; (2.12.)

— дверь  $A_{двр} = (\alpha \cdot S)_{двр} = 0,05 \cdot 2,5 = 0,12 \text{ м}^2$ . (2.13.)

Аналогичные расчеты проведем для октавных полос во всем диапазоне среднегеометрических частот от 125 до 1000 Гц.

Эквивалентную площадь звукопоглощения обработанного помещения получим, сложив значения, полученные для каждого ограждения:

$$A_{обл} = A_{пот} + A_{пол} + A_{стн} + A_{окн} + A_{двр} = 91,3 \text{ м}^2. \quad (2.14.)$$

Все результаты расчета параметров акустически обработанного помещения сведем в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Результаты расчетов эквивалентной площади звукопоглощения обработанного помещения  $A_{пом}$

Параметр	Значения параметра на среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Потолок $S_{пот} = 70,0 \text{ м}^2$						
$\alpha_{пот}$	0,30	0,60	0,50	0,50	0,25	0,1
$(\alpha \cdot S)_{пот}$	21,0	42,0	35,0	35,0	17,5	7,0
Пол $S_{пол} = 70,0 \text{ м}^2$						
$\alpha_{пол}$	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08
$(\alpha \cdot S)_{пол}$	7,0	7,0	7,0	5,1	5,1	5,1
Стены $S_{ст} = 96,5 \text{ м}^2$						
$\alpha_{пол}$	0,30	0,60	0,50	0,50	0,25	0,1
$(\alpha \cdot S)_{пол}$	28,9	57,9	48,2	48,2	24,1	9,65
Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения $A_{пом}$						
$A_{пом}$	64,5	11,3	93,9	91,3	47,3	21,7

2. Рассчитаем эффективность (снижение уровня звукового давления) от применения выбранных конструктивных решений. Для этого воспользуемся формулой, приведенной ниже:

$$\Delta L = 10 \cdot \lg \frac{A_{обл}}{A_o} = 10 \lg \frac{91,3}{8,91} = 10,1 \approx 10 \text{ дБ} . (2.15)$$

Дадим гигиеническую оценку проведенным мероприятиям по снижению шума в помещении. С этой целью необходимые результаты сведем в табл. 2.5.

Таблица 2.5.

Оценка эффективности принятого решения

№ п/п	Расчетный параметр	Значение параметра, дБ на среднегеометрической частоте, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	УЗД на рабочем месте, дБ	76	79	66	63	59	53
2	Допустимый УЗД, дБ (ПС-55)	70	68	58	55	52	50
3	Превышение допустимого УЗД, дБ	6	11	8	8	7	3
4	Эффективность звукопоглощения, дБ	7,8	11,2	10,1	10,1	7,06	3,96
5	Итого, дБ	-	-	-	-	-	-

Сравнивая пункты 3 и 4 табл. 2.5. делаем заключение, что эффективность звукопоглощения выше превышения допустимого УЗД на рабочем месте. Если превышение значений предельного спектра не удастся нивелировать выбранным решением, необходимо продолжить расчеты с использованием, например, материала или конструкции с большими значениями коэффициента звукопоглощения.

### Задача № 3

#### Оценка шумовых характеристик строительных путевых машин

Оценить шумовые характеристики строительных путевых машин и разработать предложения (при необходимости) по усовершенствованию звукоизолирующего капота, который отделяет двигатель машины от кабины



водителя. Капот изготовлен из стального листа, обитого изнутри строительным войлоком. [1, 3, 4]

Таблица 3.1.

Геометрические характеристики строительных путевых машин

Исходные данные Размеры капота машины в метрах	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина (l), м	3,0	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,6	2,6	3,0	3,0
Ширина (b), м	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,8	1,9	2,0	2,1
Высота (h), м	1,20	1,20	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,20	1,20	1,20

материал капота – стальной лист толщиной 4 мм (плотность материала  $\rho=7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ );

измеренный уровень звукового давления (УЗД) в кабине машины выбрать из данных табл. 3.1;

нормативные значения УЗД для рабочего места машиниста приведены в табл. 3.2;

шумопоглощающие характеристики материалов, из которых изготовлен капот сведены в табл. 3.3.

Таблица 3.2

Уровни звукового давления в кабине измеренный и соответствующий нормам

Параметр	Уровень звукового давления, дБ, для среднегеометрических частот, Гц						
	63	125	250	500	1 к	2 к	4 к
Измеренный в кабине машины	92	96	99	103	105	101	96
Норма шума по ПС-75	95	87	82	78	75	73	71

Оценить звукоизолирующую способность капота, изготовленного из стального листа капота, облицованного войлоком. Сделать выводы.

Значения коэффициентов звукопоглощения для материалов, из которых изготовлен капот машины

Параметр	Коэффициент звукопоглощения для различных материалов при среднегеометрических частотах, Гц						
	63	125	250	500	1 к	2 к	4 к
Строительный войлок толщиной $\sigma = 25$ мм	-	0,15	0,22	0,54	0,63	0,57	0,52
Стальной лист толщиной $\sigma_c = 4$ мм	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

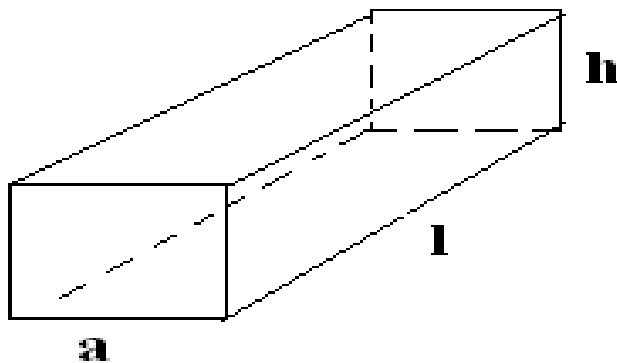
**Указания к решению задачи.**

В указаниях к решению принимаем следующие характеристики капота машины:

- длина ( $l$ ) – 2 м;
- ширина ( $v$ ) – 1,1 м;
- высота ( $h$ ) – 1,15 м.

**Решение:**

1. Вычертить расчетную схему капота:



2. Расчет объема стальных листов, из которых изготовлен капот:

- объем листа крышки капота  $V_{кр} = l \cdot v \cdot \sigma_c = 2 \cdot 1,1 \cdot 0,004 = 0,0088 \text{ м}^3$ ; (3.1.)

- объем двух боковых стенок капота  $V_{бок} = 2 \cdot (2 \cdot 1,15 \cdot 0,004) = 0,0184 \text{ м}^3$ ;  
(3.2.)

- объем двух торцевых стенок капота  $V_{тор} = 2 \cdot (1,1 \cdot 1,15 \cdot 0,004) = 0,01012 \text{ м}^3$ ; (3.3.)

Общий объем стенок капота:

$$V_{\Sigma} = V_{кр} + V_{бок} + V_{тор} = 0,0088 + 0,010184 + 0,01012 = 0,03732 \text{ м}^3. \quad (3.4.)$$

3. Вычисление массы стальных стенок капота:

$$G = V_{\Sigma} \cdot \rho = 0,03732 \cdot 7800 = 291,096 \text{ кг} \quad (3.5.)$$

4. Оценка звукоизолирующей способности стенок капота, дБ, проводится для каждой величины среднегеометрической частоты:

$$P = 20 \cdot \lg(G \cdot f) - 47,5 \quad (3.6.)$$

где  $f$  - величина измеренного УЗД в кабине для каждой среднегеометрической частоты.

$$P_{63} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 92) - 47,5 = 41,06 \text{ дБ};$$

$$P_{125} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 96) - 47,5 = 41,43 \text{ дБ};$$

$$P_{250} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 99) - 47,5 = 41,69 \text{ дБ};$$

$$P_{500} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 103) - 47,5 = 42,04 \text{ дБ};$$

$$P_{1000} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 105) - 47,5 = 42,20 \text{ дБ};$$

$$P_{2000} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 101) - 47,5 = 41,87 \text{ дБ};$$

$$P_{4000} = 20 \cdot \lg(291,1 \cdot 96) - 47,5 = 41,43 \text{ дБ}.$$

5. Определение общей площади звукопоглощения стальной конструкции капота до его облицовки войлоком (для всех среднегеометрических частот):

$$A_f = S_{\text{кр}} \cdot \alpha_{\text{ст}} + S_{\text{бок}} \cdot \alpha_{\text{ст}} + S_{\text{тор}} \cdot \alpha_{\text{ст}}; \quad (3.7.)$$

где  $S_{\text{кр}}$ ,  $S_{\text{бок}}$ ,  $S_{\text{тор}}$  – площади поверхности крышки, боковых и торцевых стенок капота  $\text{м}^2$ ,  $\alpha_{\text{ст}}$  - коэффициент звукопоглощения стальной конструкции капота.

Площади поверхностей стенок капота:

$$\text{- крышки } S_{\text{кр}} = l \cdot b = 2 \cdot 1,1 = 2,2 \text{ м}^2; \quad (3.8.)$$

$$\text{- двух боковых стенок } S_{\text{бок}} = 2 \cdot l \cdot h = 2 \cdot 2 \cdot 1,15 = 4,6 \text{ м}^2; \quad (3.9.)$$

$$\text{- двух торцевых стенок } S_{\text{тор}} = 2 \cdot l \cdot b = 2 \cdot 1,1 \cdot 1,15 = 2,53 \text{ м}^2. \quad (3.10.)$$

Величина коэффициента звукопоглощения для стали при всех среднегеометрических частотах одинакова и равна 0,01, тогда общая площадь звукопоглощения равна:

$$A_f = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{\text{ст}} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,01 = 0,0933 \text{ м}^2. \quad (3.11.)$$

6. Вычисление величин звукопоглощающих площадей стенок капота после их облицовки войлоком для каждой из среднегеометрических частот ( $A_6$ ):

$$A_{125} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{125} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,15 = 1,4 \text{ м}^2;$$

$$A_{250} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{250} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,22 = 2,05 \text{ м}^2;$$

$$A_{500} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{500} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,54 = 5,04 \text{ м}^2;$$

$$A_{1000} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{1000} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,63 = 5,88 \text{ м}^2;$$

$$A_{2000} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{2000} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,57 = 5,32 \text{ м}^2;$$

$$A_{4000} = (S_{\text{кр}} + S_{\text{бок}} + S_{\text{тор}}) \cdot \alpha_{4000} = (2,2 + 4,6 + 2,53) \cdot 0,52 = 4,85 \text{ м}^2.$$

7. Расчет полной звукоизолирующей и звукопоглощающей способностей сборного капота, состоящего из стальной конструкции, облицованной войлоком строительным.

Расчет производится по формуле:

$$P_{\Sigma f} = P_f + 10 \lg(A_6/A_f), \quad (3.12.)$$

для всех среднегеометрических частот.

В формуле  $P_f$  – величина звукоизолирующей способности стенок капота, вычисленная для каждой из среднегеометрических частот.

$A_6$  и  $A_f$  – величины звукопоглощающих площадей поверхностей стенок капота после их облицовки и до нее, соответственно,  $\text{м}^2$ .

$$\text{Для остальных частот формула примет вид } P_{\Sigma f} = P_f, \quad (3.13.)$$

проводим вычисления

$$P_{\Sigma 63} = P_f = 41,06 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 125} = 41,43 + 10 \cdot \lg(1,4 / 0,0933) = 41,43 + 11,76 = 53,19 \approx 53 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 250} = 41,69 + 10 \cdot \lg(2,05 / 0,0933) = 41,69 + 13,42 = 55,11 \approx 55 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 500} = 42,04 + 10 \cdot \lg(5,04 / 0,0933) = 42,04 + 17,33 = 59,37 \approx 59 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 1000} = 42,20 + 10 \cdot \lg(5,88 / 0,0933) = 42,20 + 17,99 = 60,19 \approx 60 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 2000} = 41,87 + 10 \cdot \lg(5,32 / 0,0933) = 41,87 + 17,56 = 59,43 \approx 59 \text{ дБ};$$

$$P_{\Sigma 4000} = 41,43 + 10 \cdot \lg(4,85 / 0,0933) = 41,43 + 17,16 = 58,59 \approx 59 \text{ дБ}.$$

Округление до целочисленных величин произведено в виду того, что точность измерения шумовых характеристик не превышает  $0,5 \pm 1,0$  дБ.

Для того, чтобы сделать выводы, в итоговую таблицу по задаче сведем все необходимые величины (табл.3.4).

Таблица 3.4

Результаты решения задачи

Наименования величин	Среднегеометрические частоты, Гц						
	63	125	250	500	1 к	2 к	4 к
Измеренный спектральный шум от путевой машины	92	96	99	103	105	101	96
Допустимые уровни звукового давления по ПС-75	95	87	82	78	75	73	71
Превышение нормы шума, дБ	-	9	17	25	30	28	25
Снижение уровня шума за счет применения капота, дБ	-	53	55	59	60	59	59
Фактический уровень шума с учетом применения капота, дБ	92	43	44	44	45	42	37

По итогам решения задачи свести полученные результаты в таблицу (оформленной аналогично таблице 3.4) и сделать вывод, что дает применение предлагаемого капота, насколько он позволит снизить уровни шума в кабине путевой строительной машины с точки зрения воздействия на машиниста.

**Задача № 4**

**Расчет октанового спектра шума поезда**

Между железнодорожным полотном и жилым массивом установлен экран из железобетонных элементов для ограничения распространения шума подвижного состава (рис. 4.1). Октавный спектр звукового давления на расстоянии, равном  $a=5,8$  м от оси пути приведен в табл. 4.1. [3, 4]

Таблица 4.1

Октавный спектр шума поезда

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1к	2к	4к	8к
Уровень звукового давления, дБ	95	97	98	102	98	93	82	80

Высота экрана  $H=7,5$  м при высоте расчетной точки над поверхностью земли  $h_2=3,0$  м. Расстояние между расчетной точкой и экраном  $b=85$  м.

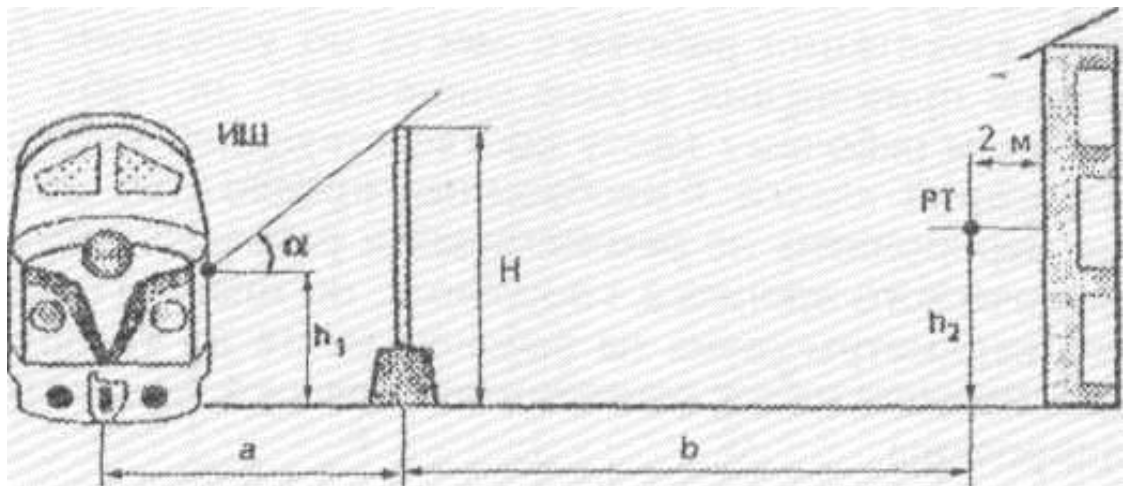


Рис. 4.1. Расчетная схема

Полагая, что шум излучается бортами подвижного состава, определить снижение уровня звукового давления на территории жилой застройки в момент прохождения поезда, приняв высоту источника шума над землей  $h_1=2,5$  м и угол  $\alpha=45^\circ$ .

Таблица 4.2

Варианты исходных данных при выполнении расчетов по снижению шума экранами

Исходные данные	Варианты исходных данных									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
УРЛ $L$ , дБ на расстоянии от оси пути $a=5,8$ м										
63	101	94	108	100	90	74	65	74	73	79
125	111	100	115	103	87	83	76	85	80	85
250	115	105	110	110	95	93	80	91	83	91
500	114	110	110	107	97	97	87	90	90	85
1000	111	98	107	105	95	90	82	89	85	96
2000	98	117	105	110	98	88	76	93	78	90
4000	94	106	95	102	97	90	76	82	74	95
Расстояние от экрана до РТ $b$ , м	75	80	85	90	95	90	85	80	75	80
Высота экрана $H$ , м	6,5	6,8	7,0	7,2	7,5	7,8	8,	8,5	7,6	7,3.
Высота РТ над землей $h_2$ м	2,0	2,3	2,8	3,0	3,3	3,6	4,	3,8	3,6	3,4

### Решение.

1 Значения допустимых уровней звукового давления для соответствующих октавных полос частот перенесем в строку 6 расчетной табл. 4.3.

Таблица с данными уровней звукового давления дБ (полученных в результате расчетов)

Наименование параметра	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1к	2к	4к	8к
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Длина волны, м	5,41	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,08	0,04
2. Функция W	1,08	1,59	2,25	3,19	4,51	6,37	9,29	13,2
3. L <sub>ист</sub> , дБ	95	97	98	102	98	93	82	80
4. L <sub>экр</sub> , дБ	14,3	15,2	16,4	17,7	19,0	20,2	21,6	22,9
5. L <sub>рт</sub> , дБ	81	82	82	84	79	73	60	57
6. L <sub>норм</sub> , дБ	75	66	59	54	50	47	45	44
7. Соответствие норме, дб	6	24	23	30	29	26	15	17

2. Рассчитаем длину волны соответствующих среднегеометрических частот и занесем полученные значения в строку 1 табл. 4.3. (пример рассчитаем для среднегеометрической частоты 1000 Гц, а остальные величины получим аналогично).

$$\lambda = \frac{341}{f_{cr}} = \frac{341}{1000} = 0,34 \text{ . (4.1.)}$$

3. Из исходных данных следует, что схема экрана соответствует условию  $h_1 \neq h_2$ . Следовательно, функцию W будем рассчитывать с использованием выражения для всех значений длин волн

$$W = \left[ H + \frac{b(H - h_1)}{a} - h_2 \right] \sqrt{\frac{2a \cdot \cos \alpha}{\lambda b(a + b)}} =$$

$$\left[ 7,5 + \frac{85(7,5 - 2,5)}{5,8} - 3 \right] \sqrt{\frac{2 \cdot 5,8}{0,34 \cdot 85 \cdot (5,8 + 85)}} = 4,51 \text{ (4.2.)}$$

По результатам расчета заполним строку 2 расчетной таблицы.

3. По значению функции W определим эффективность экрана для каждой среднегеометрической частоты, применяя выражение

$$L_{\text{экр}} = 13,49 + 8,39 \lg W = 13,49 + 8,39 \lg W = 13,49 + 8,39 \cdot \lg 4,51 = 19,0 \text{ . (4.3.)}$$

Результаты впишем в строку 4 табл. 4.3.

4. Для определения УЗД в расчетной точке за экраном получим разность значений строк 3 и 4, которые занесем в строку 5 с округлением результата до целого числа дБ

$$L_{PT} = L_{ИСТ} - L_{ЭКР} = 98 - 19 = 79 \text{ дБ. (4.4.)}$$

5. Сравнивая уровни звукового давления в РТ с нормой (строка 6), определим возможные превышения, что обозначится положительной разницей данных строк 5 и 6 в последней строке расчетной таблицы. Отрицательная величина говорит о соответствии норме! (норма выше уровня звукового давления в расчетной точке).

6. Расчет следует завершить выводами: положительные значения величин в строке 7 говорит о недостаточной эффективности экрана во всем нормируемом диапазоне частот, что требует изменить параметры экрана или разработать дополнительные мероприятия.

## Задача № 5

### Расчет условия видимости на станционных путях

Условия видимости имеют важное значение при выполнении работ на станционных путях и особенно на стрелочных переводах. Статистика несчастных случаев показывает, что количество наездов на людей на станциях в два с лишним раза больше, чем на перегонах и что основная их часть происходит из-за несвоевременного обнаружения приближающегося подвижного состава. Максимальная дальность видимости (обзорность) зависит от плана и профиля станции, расположения подвижного состава, сооружений, объектов и устройств, находящихся в поле зрения человека. Поэтому при проектировании станций и узлов должна быть произведена проверка на обеспечение условий видимости по приведенным ранее формулам. В целях обеспечения схода людей с пути, за 400м перед приближающимся поездом, его необходимо обнаружить (при скорости до



120км/ч) на расстоянии не менее 550 м. Это вытекает из следующих соображений.

Минимальное время, необходимое сигналисту, стрелочнику или работающим на путях для обнаружения приближающегося поезда и принятия мер к удалению людей с пути, может быть установлено по формуле:

$$T_c = 2t_p + 1,5t_r + t_n, \quad (5.1.)$$

где  $t_p$  - время реакции сигналиста на восприятие приближающегося поезда ( $t_p \approx 0,75$  с);

$t_r$  - время, необходимое для поворота головы на  $90^\circ$  ( $t_r \approx 1$ с.);

$t_n$  - время перерыва между действиями сигналиста ( $t_n \approx 1$ с.).

В среднем можно принять  $T_c \approx 4$ с, т. е. за это время поезд при скорости 50км/ч проследует около 50м. Кроме этого, время, имеющееся в распоряжении работающих на путях, и на выход их из опасной зоны,

$$T_B = t_p + t_y, \quad (5.2.)$$

где  $t_y$  - время, потребное на выход людей за пределы опасной зоны ( $t_y \approx 5$ с).

В среднем  $T_B = 6$ с, т. е. за это время поезд пройдет примерно 100м.

Таким образом, чтобы сойти с пути в установленное время в соответствии с ПТЭ и правилами охраны труда при работах на пути без остановки движения поездов, необходимо приближающийся поезд обнаружить не позднее, чем за 550м.

Талица 5.1.

Исходные данные	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость приближающегося поезда км/час	200	150	160	170	180	140	190	140	130	100

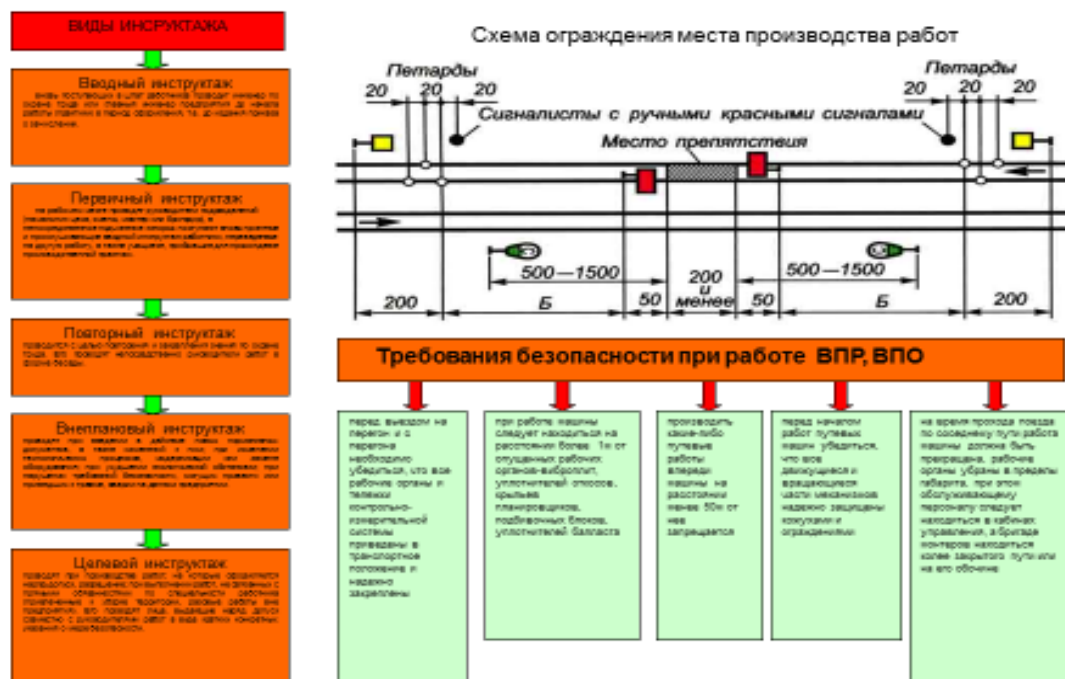


Рисунок 5.1. Схема ограждения места производства работ

В выводе по расчету описать условия видимости и предложить мероприятия по своевременному оповещению рабочих, занятых на ремонте пути. Мероприятия должны состоять из нескольких блоков:

- привести нормативные требования из ПТЭ железных дорог для вашего конкретного случая;
- вид инструктажа;
- схема ограждения места работ;
- виды оповещения.

## Задача № 6

### Освещение рабочей зоны на рабочих местах

При определении санитарно-гигиенических условий труда по показателям световой среды на рабочих местах работников по диагностике приборов безопасности руководствуются СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, а также СНиП 23-05-95. [8, 9]

Недостаточность освещения рабочего места часто приводит к утомлению глаз, снижению остроты зрения, невнимательности, что

может привести к ошибкам в работе, а также получению травмы и развитию профессионального заболевания.

Искусственное освещение в помещениях для диагностики приборов безопасности с применением персональных компьютеров должно осуществляться системой общего равномерного освещения. [2]

Таблица 6.1.

Удельные установленные мощности общего искусственного освещения не должны превышать максимально допустимых величин из СНиП 23-05-95

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

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать отраженную блесккость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране монитора не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

Для обеспечения нормальных условий труда операторов, занятых диагностикой приборов безопасности в помещениях общая освещенность должна быть не менее 250 лк.

Расчет освещенности помещения проведен методом коэффициента использования светового потока, так как освещение рабочей поверхности не только за счет светового потока, падающего непосредственно от светильника, но и за счет светового потока, отраженного от потолка, стен и элементов оборудования производится следующим образом:

$$E = \frac{N \cdot F \cdot \eta \cdot z}{k \cdot S}, \quad (6.1)$$

где E - фактическая освещенность;

F - световой поток лампы, установленной в светильник;

N - число светильников в помещении;

S - площадь помещения;

k- коэффициент запаса осветительной установки;

z- коэффициент, учитывающий неравномерность распределения освещенности по помещению.

В каждом светильнике установлено по 2 лампы. Количество светильников в помещении равно 10.

Световой поток каждой лампы F'=3800 лм.

Отсюда находим световой поток светильника

$$F=2F'=7600\text{лм}$$

Площадь помещения находим по формуле:

$$S = a \cdot b, \quad (6.2)$$

где  $a$  - длина помещения;

$b$  - ширина помещения.

Отсюда площадь помещения составляет  $63 \text{ м}^2$ .

Коэффициент запаса  $k$  устанавливается на основании СНиП 23-05-95 и равен 1,5.

Коэффициент использования светового потока  $\eta$  определяется в зависимости от индекса помещения  $i$ :

$$i = \frac{a \cdot b}{h_{\text{п}}(a + b)}, \quad (6.3)$$

где  $h_{\text{п}}$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью;

$h_1$ - высота рабочей поверхности от пола;

$h$  - высота помещения, равна 3,5 м.

$$h_{\text{п}} = h - h_1;$$

$$\eta = 0,43$$

Значение коэффициента  $z$  зависит от характера кривой светораспределения светильников и отношения расстояния между светильниками к высоте их подвеса. При расположении люминесцентных светильников рядами  $z=1,1$ .

Таблица 6.2.

Размеры помещения

Исходные данные Размеры цеха в метрах	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина (а), м	10,0	9,0	8,0	6,0	5,0	4,0	9,5	8,50	7,0	5,5
Ширина (b), м	3,0	4,5	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0

Используя полученные данные сделать выводы:

- о величине нормативной освещенности,
- по распределению светильников в помещении.

## Задача № 7

### Тушение пожара на станционных путях

Рассчитать силы и средства для тушения пожара на станционных путях с целью исключить его распространение на прилегающую территорию. Источник пожара — облако топливовоздушной смеси ТВС от вылившегося из цистерны керосина.

Вариант исходных данных принять из табл. 7.1.

Таблица 7.1

Исходные данные	Варианты (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество цистерн, разрушенных при взрыве ТВС $N_{ц}$ , шт	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3
Толщина слоя разливающегося керосина $h_{сл}$ , м	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13

Справочные данные приведены в таблицах 7.2 и 7.3

1. Указания к решению задачи.

$S_{в}=127 \text{ м}^2$  — площадь поверхности охлаждаемого вагона.

$I_{0}=0,1 \text{ л/см}^2$  — интенсивность подачи распыленной воды на охлаждение.

$I_{п}=0,2 \text{ л/см}^2$  — интенсивность подачи воды на тушение пожара.

$I_{з}=0,05 \text{ л/см}^2$  — интенсивность подачи распыленной воды на защиту цистерн.  $q_{ст}=7 \text{ л/с}$  — расход воды из лафетных и ручных стволов.  $q_{ГПС}=6 \text{ л/с}$  — расход воды из ствола пеногенфатора.  $t_{охл}=105 \text{ мин}$  — время охлаждения вагона, мин.

$V_{ц} = 60 \text{ м}^3$ , объем цистерны.

$e = 0,85$  степень заполнения цистерны.  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$  — плотность керосина.

$K\delta = 0,24$  — коэффициент, учитывающий уход нефтепродукта в балласт.

$K_p = 0,75$  — коэффициент, учитывающий расстояние между вагонами при полной загрузке станции.

$S_B = 40,5 \text{ м}^2$  — средняя площадь, занимаемая вагонами на станционных путях.

$l_B = 13,5 \text{ м}$  — средняя длина вагона.

$I_T = 0,06 \text{ л/см}^2$  — интенсивность подача раствора пены средней кратности на тушение пожара.

2. Определить:

Массу вылившегося керосина, кг,  $M = N_{ц} \cdot V_{ц} \cdot e \cdot \rho$ .

Площадь пожара (разлившегося керосина),  $\text{м}^2$

$$SP = M(1 - K\delta) / \rho \cdot I_T$$

Длину и ширину очага пожара, м,  $b = SP / 3,5$ ,  $a = 3,5b$ .

Возможное количество вагонов, охваченных огнем пожара

Количество вагонов на крайних станционных путях по дине фронта с учетом расстояния между вагонами  $l_B$  м  $N_d = a / (l_B + 1)$ .

Количество вагонов на станционных путях по ширине фронта пожара

$$N_{ш} = b / l_B$$

где  $ч$  — ширина железнодорожного пути с подвижным составом, м

Количество вагонов, шт, по периметру пожара без учета цистерны, из которых произошел разлив керосина  $N_{п} = 2[N_{д} + (N_{ш} - 2)] - 3$  .

Расход огнетушащего состава на тушение пожара пролива керосина

$$Q_T = SP \cdot IT .$$

Требуемый расход воды на охлаждение цистерны в очаге пожара, л,

$$Q_0 = 4SB I_0 .$$

Требуемый расход воды на тушение пожара по его периметру, л,

$$Q_{п} = N_{п} \cdot SB \cdot I_{п} .$$

Расход воды на защиту цистерн на соседних путях, л,  $Q_3 = 2S B \cdot I_3$  .

Требуемый расход воды на тушение, л, охлаждение и защиту подвижного состава

$$Q_{тр} = Q_T + Q_0 + Q_{п} + Q_3 .$$

Расчетное количество стволов, шт., на охлаждение, защиту и тушение подвижного состава

$$M_0 = Q_0 / q_{ст} ,$$

$$M_3 = Q_3 / q_{ст} , M_{п} = Q_{п} / q_{ст} .$$

Расчетное количество пеногенераторов, шт., для тушения пожара пролива керосина

$$M_T = Q_T / q_{ГПС} .$$



Расчетное количество пеногенераторов, шт., для тушения горящих горловин цистерн, принять

$$M_{гор} = N_{гор} = 3 .$$

Количество воды, л, необходимой для охлаждения цистерн в очаге пожара

$$Q_{охл} = 60 \cdot Q_0 \cdot t_{охл}.$$

Количество раствора пенообразователя, л, необходимого для тушения пожара пролива и тушение горловин цистерн

$$Q_T = K_3 (Q_T \cdot t_{туш} + N_{гор} \cdot q_{ГПС} \cdot t_{гор} ),$$

где  $K_3=3$  — коэффициент запаса;

$t_{туш}= 1800$  с — расчетное время тушения разлившейся жидкости;

$t_{гор}= 600$  с — расчетное время тушения горячей горловины цистерны.

Количество оперативных подразделений для подачи пены

$$M_{оп} = (M_0 + M_{гор}) m_T , \text{ для подачи воды}$$

$$M_{ов} = (M_0 + M_3 + M_{п}) m_{ст} ,$$

где  $m_T=2$  — количество пеногенераторов, обслуживаемое одним отделением;

$m_{ст}=2$  — количество стволов, обслуживаемое одним отделением.

Общие количество отделений составит

$$M_{общ} = K_3 (M_{оп} + M_{ов} ) ,$$

где  $KЗ= 1,3$  — коэффициент запаса для летнего времени.

3. Сделать вывод о количестве людей и техники, необходимых для предотвращения распространения пожара за территорию станции и возгорания окружающего станцию лесного массива.

Таблица 7.2

**Физико-химические и пожаро-взрывоопасные показатели горючих газов**

Вещество	Химическая формула	Молярная масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$	Удельная теплота сгорания, $\text{кДж/кг}$	Температура самовоспламенения, $^{\circ}\text{C}$	Нижний концентрационный предел распространения пламени, % (об.)	Плотность вещества	
						в жидкой фазе, $\text{кг/м}^3$	в газовой фазе, $\text{кг/м}^3$ при $28^{\circ}\text{C}$
1,3-Бутадиен	$\text{C}_4\text{H}_6$	54,091	44573	430	2,0	650	2,18
н-Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	58,123	45713	405	1,8	600	2,35
Винилхлорид	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$	62,499	18496	470	3,6		
Водород	$\text{H}_2$	2,016	119841	510	4,12		
Изобутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	58,123	45578	462	1,81	580	2,35
Изобутилен	$\text{C}_4\text{H}_8$	56,11	45928	465	1,78	650	2,27
Метан	$\text{CH}_4$	16,04	50000	537	5,28		
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	44,096	46353	470	2,3	520	1,78
Пропилен	$\text{C}_3\text{H}_6$	42,080	45604	455	2,4	600	1,78
Изопрен	$\text{C}_5\text{H}_8$	68,11	43900	400	1,7	680	2,9
Формальдегид	$\text{CH}_2\text{O}$	30,03	19007	430	7,0		
Хлорэтан	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	64,51	19392	510	3,8		
Этан	$\text{C}_2\text{H}_6$	30,069	52413	515	2,9		
Этилен	$\text{C}_2\text{H}_4$	28,05	46988	435	2,7		

**Значения плотности излучения  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, пожаров проливов ЛВЖ от массы пролитого продукта и расстоянии от границы пролива (факела)**

Расстояние, м	Масса пролитого продукта, т				
	10	20	30	40	50
10	20	35	40	50	55
20	15	20	22	30	35
30	8	10	12	13	14
40	5	6	7	8	9
50	4	5	6	7	8
60	3	4	4	5	5
80	-	2	3	3	3
100	-	-	1	1	2

### СПИСОК НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

1. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»
2. СП 52.13330.2011. «Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*»
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности»
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»
5. ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования»
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.030-81\* «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.»

7. ГОСТ Р 54933-2012. «Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом»

8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных пунктов. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»

9. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

10. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.