



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Производственная безопасность»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к разделу дипломного проекта
«Безопасность проекта»

Составители
Булатов Г.А.
Гаршин В.И.
Лапшин А.Н.

Ростов-на-Дону, 2013



Аннотация

Методические указания к разделу дипломного проекта для студентов 4-го, 5-го и 6-го курсов специальностей 230201, 230204 (ИС и Т) и 090900 (ИБ) 220201, (230201, 230204, 090900), 140604, 150201, 110304 всех форм обучения

Методические указания издаются в соответствии с учебным планом кафедры «ПБ». Изложены общие требования к структуре и содержанию раздела «Безопасность проекта» пояснительной записки дипломного проекта.

Предназначается для студентов 4-го, 5-го и 6-го курсов специальностей 220201, 230201, 220402, 140604, 150201, 110304 всех форм обучения.

Составители

к. т. наук, доц. Г.А. Булатов

к. т. наук, доц. В. И. Гаршин

ст. преподаватель А. Н. Лапшин





Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА) «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»	5
2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА) «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА»	7
2.1. Управление безопасной жизнедеятельностью на предприятии.	7
2.2. Производственная санитария и гигиена труда.	8
2.3. Безопасность работы на компьютере в условиях неблагоприятного воздействия физических факторов на человека.	21
2.4. Обеспечение безопасности в ЧС на производственных объектах.	54
ПРИЛОЖЕНИЕ	80



ВВЕДЕНИЕ

При всех формах хозяйствования в области безопасности труда имеют место общие закономерности, обусловленные особенностями организации технологических процессов производства. Опасные и вредные факторы на производстве порождают травмы, профессиональные заболевания, потерю трудоспособности, что приводит к срывам производственного процесса, соответствующим материальным последствиям и социальной напряженности в коллективе и обществе.

Согласно ст. 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования;
- применение в производстве безопасных технологических процессов, инструментов, сырья и материалов;
- применение в необходимых случаях средств индивидуальной защиты работников;
- условия труда, соответствующие требованиям безопасности на каждом рабочем месте;
- безопасность персонала при чрезвычайных ситуациях и т.

д.

Приведенные обстоятельства свидетельствуют о необходимости разработки мероприятий по охране труда (МОТ), которые требуют экономических расходов и затрат на обеспечение безопасности человека в процессе труда.

Несоблюдение условий безопасности на производственном объекте может привести к возникновению чрезвычайной ситуации (ЧС), т.е. представляет фактическую угрозу устойчивому развитию, экономической стабильности и фактическому существованию предприятия. Экономические последствия для хозяйствующего субъекта в случае возникновения ЧС несоизмеримы с затратами на обеспечение безопасных условий на производстве.



1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА) «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА».

В работе над разделом студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и решают задачи оценки влияния вредных факторов, обуславливающих нарушения условий труда, экологичности и безопасности при эксплуатации объектов.

Главная цель раздела — оценка влияния комплексной безопасности на результаты деятельности предприятия.

Работу над разделом студенты начинают во время прохождения преддипломной практики, где они изучают следующие вопросы:

1) управление и организацию работы по охране труда, окружающей среды и при ЧС на предприятии: функции и задачи служб охраны труда, защиты окружающей среды и ЧС, ее практическая деятельность (контроль, надзор, обучение, обеспечение средствами защиты и т. д.) по обеспечению здоровых и безопасных условий труда; нормативную документацию, правовое регулирование в области охраны труда, окружающей среды и ЧС;

2) условия труда (параметры микроклимата, освещение, отопление, шум, вибрация), потенциальные опасные и вредные факторы на рабочих местах;

3) взрывопожаробезопасность зданий, организацию системы пожаротушения, наличие и использование первичные средства пожаротушения на предприятии;

После окончательного согласования с руководителем основного задания дипломник получает задание по разделу «Безопасность проекта» у консультанта кафедры «Производственная безопасность» или предоставляет ему на согласование фактические данные анализируемой организации, собранные при прохождении преддипломной практики.

Объем пояснительной записки по данному разделу должен составлять не менее 20—25 страниц и содержать решение и анализ задач, в соответствии с полученным заданием.

Работа может иметь самостоятельный исследовательский



Безопасность проекта

характер, или, в случае, если проект не приводит к прямому социально-экологическому эффекту, студент должен внести предложения по улучшению санитарно-гигиенических условий труда и повышению его безопасности, в соответствии с выявленными опасными и вредными факторами в результате решения типовых задач, при этом студент решает индивидуальные задачи, выбирая исходные данные из приведенных таблиц к каждой задаче согласно своему номеру, соответствующему порядковому номеру в зачетной ведомости деканата.

Использованные литературные источники и нормативные документы приводятся в общем библиографическом списке. В тексте пояснительной записки на них делают ссылки в общепринятом порядке.

В разделе дипломного проекта не допускается заменять вопросы безопасности общими рассуждениями, переписыванием правил и инструкций. Инструктивные указания или рекомендации можно привести в конце раздела или в приложении к проекту (если они разработаны дипломником).

Выполненное задание представляют консультанту кафедры «Безопасность жизнедеятельности и химия» для просмотра в черновом виде.

Прием готового задания по разделу производится с представлением расчетно-пояснительной записки всего дипломного проекта не позднее, чем за неделю до защиты проекта.

Оформление раздела осуществляется в соответствии с требованиями методических указаний по дипломному проектированию для специальностей 220201, 230201, 220402, 140604, 150201, 110304 всех форм обучения, а также образцом из приложения.



2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА) «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА».

2.1. Управление безопасной жизнедеятельностью на предприятии.

В данной части раздела должны быть описана схема управления безопасностью труда и ЧС на предприятии, дана оценка санитарно-гигиенических условий труда и возможных чрезвычайных ситуаций на объекте. По каждому выявленному негативному фактору должна быть дана оценка на соответствие стандартам, нормативно-техническим документам (СНиП), предельно-допустимым концентрациям вещества (ПДК), предельно-допустимым уровням (ПДУ), предельно-допустимым выбросам (ПДВ). Все выявленные значимые опасные и вредные факторы должны быть сведены в группы, в которых должны быть сопоставлены их фактические и нормативные значения.

При выявлении опасных и вредных факторов следует руководствоваться [2], согласно которому эти факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические, психофизиологические. Если работа связана с окружающей средой, следует руководствоваться [3–7] и разъяснениями, приведёнными в работе [8].

В качестве правовых норм дипломнику рекомендуются "Трудовой кодекс", "Закон об охране окружающей природной среды", другие законы и постановления, имеющие прямое отношение к объекту проектирования,

При анализе условий труда на рабочих местах следует руководствоваться работами [9 — 15].

Системы управления производственными процессами, информационные системы, автоматизированный электропривод нацелены на совершенствование автоматизации и механизации, пределами которых являются безлюдные и безотходные технологии.

Улучшение санитарно-гигиенических показателей характеризуется уменьшением содержания в воздухе вредных веществ,



Безопасность проекта

улучшением микроклимата, снижением уровня шума и вибрации, инфразвуковых и ультразвуковых колебаний, уровня ионизирующих и электромагнитных излучений, улучшением освещённости и т. д.

Изменение состояния производственной среды по перечисленным показателям может оцениваться с помощью критериев [1, 9, 10] по разности абсолютных величин до и после внедрений мероприятий, а также с помощью стандартов, путем сопоставления относительных показателей, характеризующих степень соответствия тех или иных факторов ПДК, ПДУ или заданным значениям (показатели, интервалы, диапазоны).

Комплексная оценка состояния условий труда производится по приросту рабочих мест, на которых условия труда в совокупности приведены в соответствие с нормативными требованиями.

Предложения по улучшению санитарно-гигиенических показателей должны базироваться на решении ряда типовых задач:

- оценка способов улучшения загрязнённости воздушной среды рабочего места (организация вентиляции);
- оценка освещённости, шума и вибрации;
- организация пожаровзрывобезопасности в рабочем помещении;
- расчет зануления и заземления оборудования;
- оценка влияния электромагнитного излучения на работоспособность персонала.

Результаты, полученные в данном разделе должны быть обобщены и резюмированы в подразделе «Выводы».

2.2. Производственная санитария и гигиена труда.

Загрязнённость воздуха, его климатические параметры, освещение, шум и вибрация, различные виды излучений и электромагнитных полей оказывают значительное влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.



2.2.1. Оценка способов улучшения загрязненности воздушной среды рабочего места (организация вентиляции).

Улучшение санитарно-гигиенических показателей способствует снижению уровня профессиональных заболеваний, повышению производительности и эффективности труда.

Объем производственных помещений на одного работающего должен быть не менее 15 м^3 при площади не менее $4,5 \text{ м}^2$.

Воздушная среда производственных помещений в силу особенностей производственных процессов подвержена загрязнению вредными веществами различной природы и агрегатного состояния. Обеспечение комфортных условий производственной деятельности и требуемого уровня санитарно-гигиенического состояния воздушной среды требует частичного или полного её изменения. Эти изменения могут быть достигнуты путем замещения загрязненного объема чистым воздухом (вентиляцией) или его обработкой в специальных устройствах очистки и создании определенного (заданного) температурно-влажностного состояния воздушной среды.

Определение воздухообмена является одной из главных задач, возникающих при устройстве вентиляции.

Воздухообменом называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений и одновременно удовлетворяющее (если помещение производственное) технологическим требованиям к воздушной среде производственных помещений.

Определим необходимый воздухообмен в помещении, в котором происходит выделение вредностей при условии обеспечения баланса воздухообмена приточного и вытяжного воздуха. При этом рассмотрим случай когда вредные выделения и приточный воздух равномерно распределяются по всему пространству помещения.

Примем обозначения:

L — количество воздуха (воздухообмен), необходимое для



Безопасность проекта

борьбы с вредными выделениями;

V — объем помещения, м^3

Z — количество вредных веществ выделившихся в помещении в течение 1 ч;

z_1 — содержание вредности в 1 м^3 приточного воздуха (допускается, что такое же содержание вредностей будет и в воздухе помещения по окончании работы вентиляции);

z_T — содержание той же вредности в 1 м^3 воздуха, удаленного из помещения (вытяжного) по истечению промежутка времени dt ;

Очевидно, что за бесконечно малый промежуток времени dt содержание вредности изменится на dz_T . В целом же приращении вредности Vdz_T за тот же промежуток времени может слагаться, из вредности в помещении и из той же вредности, поступающей с приточным воздухом, поэтому

$$Z dt + Lz_1 dt - Lz_T dt = Vdz_T, \quad (2.1)$$

где Zdt — количество вредностей, выделяющихся в помещении;

Lz_1dt — количество вредностей, вносимых в помещение приточным воздухом;

Lz_Tdt — количество вредностей, удаляемых вытяжной вентиляцией;

Vdz_T — количество вредностей, которое остается в помещении.

Выражение (2.1) — дифференциальное уравнение процесса.

Имея в виду, что z , L , V , z_1 — постоянные величины, преобразуем

$$\begin{aligned} \text{его:} \quad Z + L z_1 = Lz_T + V dz_T / dt \quad \text{или} \\ d z_T / dt + L z_T / V = (L z_1 + Z) / V \end{aligned} \quad (2.2)$$

После интегрирования при постоянном значении L уравнение (2.2) получает вид

$$z_T = (Lz_1 + Z)/L (1 - e^{-Lt/V}) + z_1 e^{-Lx/V}.$$



(2.3)

При продолжительной и непрерывной работе вентиляции время t *стремящееся к бесконечности* обращается в нуль, при этом

$$\lim e^{-Lx/V} = \lim e^{1/(Lx/V)} = 1/\infty = 0.$$

Тогда уравнение (2.3) упрощается и получает вид $z_T = (Lz_1 + Z)/L$ или

$$z_T = z_1 + Z/L, \quad (2.4)$$

$$\text{откуда} \quad L = Z/(z_T - z_1). \quad (2.5)$$

Если в наружном (приточном) воздухе отсутствует вредность т.е. $z_1 = 0$, то подставив значение $z_1 = 0$ в уравнения (2.3) и (2.5), получим

$$L = Z/z_T. \quad (2.6)$$

Уравнения (2.5) и (2.6) являются основными для расчета воздухообмена при установившемся состоянии воздушной среды в помещениях общественных и промышленных зданий. Под *установившимся состоянием* понимается стабильность по времени выделения и разбавления вредностей, а также равномерность распределения ее по помещению.

Время включения в работу вентиляционной системы. В помещениях большого объема V возможно начинать вентилирование не сразу, а после того, как концентрация вредности достигнет допустимого предела z_T , т. е. через промежуток времени T_n (ч)

$$T_n = V(z_T - z_0)/Z, \quad (2.7)$$

где z_0 — начальная концентрация вредности в помещении, отнесенная к 1 м^3 воздуха;

Z — количество выделяющихся вредностей.

Кратность воздухообмена. Кратностью K называется отношение воздухообмена, создаваемого в помещении, к внутреннему объему помещения, т. е. $K = L/V$.

Эта величина показывает, сколько раз в течение часа весь объем помещения заменяется вводимым в помещение приточным воздухом.

Расчет воздухообмена в помещении по кратности дела-



ют в случаях, когда точное определение количества выделяющейся вредности затруднительно. Экспериментально выявленный воздухообмен L для каких-либо помещений относят к внутреннему объему V , тогда частное дает величину K кратности обмена, т. е. $K = L/V$. По кратности обмена определяют воздухообмен в помещениях общественных и промышленных зданий.

2.2.2. Особенности расчета воздухообмена помещений с учетом выделяющихся вредностей.

Основными вредностями в помещении являются – избыточная углекислота, теплота, избыточная влага или одновременно избыточная теплота и избыточная влага, газы, пыль.

При одновременном выделении в помещении различных вредностей воздухообмен определяют из условия ассимиляции каждой вредности.

Расчетной же вредностью является та, расчет по которой дает наибольшую величину воздухообмена

Определение воздухообмена по любому виду расчетных вредностей следует завершать нахождением значения кратности воздухообмена, как критерия, характеризующего величину вентиляционного обмена. Не менее важное значение имеет величина воздухообмена, отнесенная к одному человеку, находящемуся в данном помещении.



Безопасность проекта

Задание (1). Определение воздухообмена из условия удаления из помещения углекислоты CO_2 (оценка производительности системы вентиляции и установление режимов ее работы)

Воздухообмен ($m^3 / ч$) определим выражением

$$L = G / (x_2 - x_1) \quad (2.8)$$

где G — количество углекислоты, выделяющейся в помещении г/ч или л/ч;

x_1 — концентрация CO_2 в наружном приточном воздухе;

x_2 — допустимая концентрация CO_2 в воздухе помещения;

CO_2 является одним из основных видов вредностей, выделяющихся в жилых и общественных зданиях. Количество выделяемой человеком углекислоты зависит от ряда факторов: возраста людей, характера выполняемой ими работы.

Количество CO_2 , выделяемое людьми таб. 2.1

	CO_2 , // CO_2 ,	
	г/ч	л/ч
Взрослыми:		
при физической работе тяжелой	68	45
»» » « « легкой	45	30
в состоянии покоя	35	23
Детьми до 12 лет	18	12

Допустимые концентрации CO_2 в помещениях таб. 2.2

	CO_2 , г/кг	CO_2 , л/м ³
- постоянного пребывания людей (жилые дома)	1,5	1
- больницах	1	0,7
- периодического пребывания людей (учреждения)	1,75	1,25
- кратковременного пребывания людей	3	2



Содержание CO_2 в наружном воздухе следует принимать таб. 2.3

	CO_2 г/м ³	CO_2 , л/м ³
- для сельской местности	0,6	0,40
- поселков	0,7	0,47
- городов	0,9	0,60

1. Определим воздухообмен L для зала собраний на 200 человек из условия борьбы с CO_2 при следующих данных: количество CO_2 , выделяемое одним человеком, — 23 л/ч, допустимое содержание CO_2 в помещении $x_2 = 2$ л/м³; содержание CO_2 в приточном воздухе $x_1 = 0,6$ л/м³.

Решение. Применим формулу (2.8):

$$L = 200 \cdot G / (x_2 - x_1) = 200 \cdot 23 / (2 - 0,6) = 3290 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. В помещении для кратковременного пребывания людей собралось 200 человек. Объем помещения $V=1000$ м³. Определить, через сколько времени t после начала собрания нужно включить приточно-вытяжную вентиляцию.

Решение. Количество CO_2 , выделяющееся в помещении, $G = 200 \cdot 23 = 4600$ л/ч.

По формуле (2.7)

$$T = V(x_2 - x_1) / G = 1000(2 - 0,6) / 4600 = 0,3 \text{ ч},$$

т. е. вентиляцию можно включить в работу через 20 мин (0,3 ч) после начала собрания.

Исходные данные Задания (1)

Таблица 2.4

№ п/п	V , м ²	n , чел.	№ п/п	V , м ²	n , чел.	№ п/п	V , м ²	n , чел.
1	1000	500	8	600	120	15	60	20
2	1000	400	9	150	80	16	60	15
3	1000	300	10	150	70	17	30	20
4	1000	250	11	150	60	18	30	15
5	600	250	12	150	50	19	30	10
6	600	200	13	60	30	20	30	8
7	600	150	14	60	25	21	150	30



2.2.3. Производственное освещение

Правильно спроектированное и выбранное производственное освещение снижает зрительное напряжение, утомляемость и, как следствие, способствует снижению травматизма и повышению производительности труда.

Задачей светотехнического расчёта освещения производственного участка является определение:

- мощности ламп для получения заданного освещения при выбранном положении светильника;
- числа светильников известной мощности для получения заданной освещённости;
- расчётной освещённости при известном типе, мощности и расположении светильников.

Задание (2) Расчёт системы общего освещения.

Например, исходя из табл. 5 [25] с учётом органолептических характеристик работ, соответствующей 4-му разряду (наименьший объём различения детали от 0,5 до 1 мм) на основании СНиП 23–05 — 95 на участке необходимо применить систему комбинированного освещения. Соответственно разряду выполняемых работ имеем контраст объекта различения с фоном «8» (средний), искусственное освещение при комбинированном освещении — 400 лк, при общем — 200 лк.

Освещённость в системе комбинированного освещения $E_{\text{комб}}$ является суммой освещённости от общего и местного освещения

$$E_{\text{комб}} = E_{\text{общ}} + E_{\text{мест}}$$

Освещённость $E_{\text{общ}}$ в системе комбинированного освещения должна соответствовать 10 % от нормы $E_{\text{комб}}$, при этом наименьшее и наибольшее значение освещённости (лк) для газоразрядных ламп $150 \leq E_{\text{общ}} \leq 500$. Коэффициент пульсации $K_{\text{п}}$ при освещении помещения газоразрядными лампами не должен превышать 20 % [12, табл.6]. Показатель освещённости в производственных помещениях механических участков не должен превышать 40, отношение максимальной освещённости к минимальной при проектировании общего освещения не должно превышать 1,8.

Согласно перечисленным условиям для общего освещения



Безопасность проекта

принимая схему, при которой светильники с лампами располагаются над рабочими местами.

Световые и электрические параметры ртутных ламп ДРЛ

Таблица 2.5

Тип лампы	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
ДРЛ 250	13000	52
ДРЛ 400	23000	57,5
ДРЛ 700	40000	57,1
ДРЛ 1000	57000	57

(Цифры в маркировке после ДРЛ обозначают мощность в Вт).

Световые и электрические параметры ламп накаливания (ГОСТ 2239—79) и люминесцентных (ГОСТ 6825—91)

Таблица 2.6

Лампы накаливания			Люминесцентные лампы		
Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Тип	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
В-125-135-15	135	9,0	ЛДЦ20	820	41,0
В-215-225-15	105	7,0	ЛД20	920	46,0
Б-125-135-40	485	12,0	ЛБ20	1180	59,0
Б-220-230-40	460	11,5	ЛДЦ40	1450	48,0
БК-125-135-100	1630	16,3	ЛД30	1640	54,5
БК-215-225-100	1450	14,5	ЛБ30	2100	70,0
Г-125-135-150	2280	15,3	ЛДЦ40	2100	52,5
Г-215-225-150	2090	13,3	ЛД40	2340	58,5
Г-125-135-300	4900	16,6	ЛБ40	3120	78,0
Г-215-225-300	4610	16,6	ЛДЦ80	3740	46,8
Г-125-135-1000	19100	19,1	ЛД80	4070	50,8
Г-215-225-1000	19600	18,6	ЛБ80	5220	65,3

Рекомендуемые и допустимые значения $\lambda = L/h$

Таблица 2.7

Тип КСС светильника	L/h	
	Рекомендуемые значения	Наибольшие допустимые значения
К	0,4-0,7	0,9
Г	0,8-1,2	1,4
Д	1,2-1,6	2,1
М	1,8-2,6	3,4
Л	1,4-2,0	2,3



Коэффициент использования светового потока li

Таблица 2.8

Светильник, %	НСП09			ВЗГ20			ЛСП02			ПВЛМ			РСР05		
	P_p	P_c	i	P_p	P_c	i	P_p	P_c	i	P_p	P_c	i	P_p	P_c	i
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
i	Коэффициент использования li , %														
0,5	14	16	22	12	14	17	23	26	31	11	13	18	19	22	26
0,6	19	21	27	16	18	21	30	33	37	14	17	23	24	27	32
0,7	23	24	29	19	21	24	35	38	42	16	20	27	28	31	36
0,8	25	26	33	21	24	26	39	41	45	19	23	29	31	34	40
0,9	27	29	35	23	25	28	42	44	48	21	27	32	34	37	43
2,0	38	41	48	32	33	35	55	57	60	35	40	46	52	55	59
3,0	44	47	54	35	37	39	60	62	66	41	45	52	58	61	64
4,0	46	50	59	37	39	41	63	65	68	44	48	54	61	64	67
5,0	48	52	61	38	40	42	64	66	70	48	51	57	63	66	69

Исходные данные Задания (2)

Таблица 2.9

№ /п	Размеры помещения, м			Коэффициент отражения, %		Коэффициент запаса, K	$\lambda = \frac{L}{h}$	$h_{св},$ м	$h_{р.п.},$ м	Освещенность, E , лк	Светильник	
	A	B	H	ρ_n	ρ_c						тип	ИС
1	12	18	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
2	10	15	6	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
3	12	24	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1,0	100	РСР05	ДРЛ
4	14	26	12	30	10	1,7	0,4	0,6	1,0	200	РСР05	ДРЛ
5	12	12	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
6	12	18	5	30	10	1,5	1	0,4	1,6	100	ПВЛМ	ЛЛ
7	20	20	8	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
8	18	30	9	50	30	1,7	0,9	0,6	1,4	200	РСР05	ДРЛ
9	20	32	6	30	10	1,3	1,2	0,8	1,2	100	ЛСП02	ЛЛ
10	22	28	8	50	30	1,3	0,5	0,7	1,3	150	ПВЛМ	ЛЛ
11	20	15	8	30	10	1,3	0,4	0,5	1,5	220	НСР09	ЛН
12	20	34	9	50	30	1,7	0,8	0,6	1,4	400	РСР05	ДРЛ
13	20	38	8	70	50	1,7	0,9	,5	,5	300	РСР05	ДРЛ
14	12	12	6	70	50	1,6	0,7	,7	,3	150	НСР09	ЛН
15	15	15	6	50	30	1,6	1,2	,6	,4	150	ВЗГ20	ЛН
16	24	30	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	РСР05	ДРЛ
17	25	35	8	30	10	1,5	0,8	0,7	1	150	РСР05	ДРЛ



Безопасность проекта

18	24	36	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	РСР05	ДРЛ
19	20	30	12	30	10	1,5	0,8	0,5	1,5	100	РСР05	ДРЛ
20	40	15	6	70	50	1,4	1,44	0,6	1,4	200	НСР09	ЛН
21	12	34	9	30	10	1,3	0,4	0,6	1,4	250	ЛСП02	ЛЛ
22	22	44	6	30	10	1,7	0,9	0,6	1	100	ЛСП02	ЛЛ
23	12	18	12	70	50	1,4	0,8	0,5	2	200	РСР05	ДРЛ
24	10	15	12	70	50	1,4	0,4	0,5	1,5	200	НСР09	ЛН
25	12	18	8	30	10	1,4	0,5	0,5	1,5	150	ЛСП02	ЛЛ
26	15	20	8	30	10	1,4	0,53	0,3	1,7	200	ЛСП02	ЛЛ
27	10	15	8	70	50	1,6	0,4	0,5	1,5	100	ЛСП02	ЛЛ
28	24	46	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	РСР05	ДРЛ
29	26	48	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	100	РСР05	ДРЛ
30	30	56	12	50	30	1,7	0,8	0,6	1	200	РСР05	ДРЛ



2.2.4. Оценка уровня шума производственных помещений

Во многих производственных помещениях шум нередко превышает допустимые значения. Нормируемые параметры шума определены ГОСТ 12.1.003 — 76 ССБТ. Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА).

Задание (3) Определить, превышает ли шум допустимое значение на производственном участке. Приблизённо октавный осреднённый уровень шума, вызванного несколькими единицами оборудования на небольшой площади, можно рассчитать с помощью простых правил энергетического суммирования:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right),$$

где L_i — уровень шума единицы оборудования участка;
 n — количество единиц оборудования.

Превышение уровня над допустимым определяется

$$\Delta L = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}},$$

где $L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень шума.

Металлообрабатывающее оборудование, как правило, создает наибольший шум в октавных полосах 1000, 2000 Гц.

Допустимые уровни шума в производственных помещениях

Таблица 2.10

Октавные полосы частот	1000 Гц	2000 Гц
Допустимый уровень для производственных помещений $L_{\text{доп}}$	80	78

Исходные данные для расчета уровня шума *Задания (3)*



Безопасность проекта

Таблица 2.1

№ п/п	f_i Гц	L_{p1} дБ	L_{p2} дБ	L_{p3} дБ	№ п/п	f_i Гц	L_{p1} дБ	L_{p2} дБ	L_{p3} дБ
1	1000	85	88	86	16	1000	78	86	92
	2000	82	84	82		2000	95	77	88
2	1000	82	81	76	17	1000	77	73	79
	2000	77	80	75		2000	101	72	78
3	1000	69	79	74	18	1000	76	71	81
	2000	78	78	73		2000	75	70	92
4	1000	88	77	72	19	1000	74	71	100
	2000	91	101	71		2000	73	72	76
5	1000	75	76	70	20	1000	72	73	79
	2000	84	75	71		2000	71	74	68
6	1000	79	74	72	21	1000	70	75	95
	2000	78	73	73		2000	71	76	98
7	1000	81	72	74	22	1000	72	77	78
	2000	92	71	75		2000	73	78	76
8	1000	100	70	76	23	1000	74	79	88
	2000	76	71	77		2000	75	80	77
9	1000	79	72	78	24	1000	76	81	69
	2000	68	73	79		2000	77	82	78
10	1000	95	74	80	25	1000	78	83	88
	2000	98	75	81		2000	79	84	91
11	1000	78	76	82	26	1000	80	85	75
	2000	76	77	83		2000	81	86	84
12	1000	88	78	84	27	1000	82	70	79
	2000	84	79	85		2000	83	71	78
13	1000	82	80	86	28	1000	75	72	81
	2000	89	81	87		2000	74	73	92
14	1000	78	82	88	29	1000	73	74	88
	2000	79	83	89		2000	72	75	91
15	1000	77	84	90	30	1000	71	76	75
	2000	76	85	91		2000	70	77	84
					31	1000	71	78	92
						2000	72	79	100

2.3. Безопасность работы на компьютере в условиях неблагоприятного воздействия физических факторов на человека.

Источниками опасности на производстве являются транспорт, движущиеся части станков и оборудования, электричество, пожаро- и взрывоопасные технологии. Общие требования безопасности к производственному оборудованию изложены в [17]. Кроме того, существуют стандарты на конкретные виды станков и



Безопасность проекта

оборудования, например [18–20]. Безопасность проведения самих технологических процессов регламентируется [21], согласно которому:

- необходимо устранять контакты работающих с вредными веществами;
- следует применять техпроцессы, исключающие возникновение травматизма и вредных производственных факторов;
- требуется применять систематический контроль и управлять технологическими процессами, обеспечивающими защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования.

Система безопасности труда также предусматривает специальные требования к самим технологиям, например [22, 23].

На производственных участках применяют средства коллективной защиты, [24] и индивидуальные средства защиты. Коллективные средства реализуются, в частности, при механизации и автоматизации производственных процессов, использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием, определении размеров опасной зоны, при ограждении, блокировке, световой и звуковой сигнализации, осуществлении отличительной окраски, использовании тормозных и выключающих устройств.

2.3.1 Средства защиты от поражения электрическим током

Основные средства от поражения электрическим током: изоляция и недоступность токоведущих частей; защитное заземление и зануление; защитное отключение; блокировка; малое напряжение; организация безопасной эксплуатации электроустановок; средства индивидуальной защиты.

Главная характеристика изоляции — сопротивление, во время работы электрооборудования состояние электроизоляции ухудшается вследствие нагрева, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей природной среды. Состояние изоляции характеризуется сопротивлением току утечки. Согласно «Правилам устройства электрооборудования» (ПУЭ) сопротивление изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В должно быть не меньше 0,5 МОм. На работающем оборудовании проводится эксплуатационный контроль изоляции электротехническим персоналом в установленные сроки с помощью мегомметров.

Для обеспечения недоступности токоведущих частей оборудования и электрических сетей применяют сплошные и сетчатые



Безопасность проекта

ограждения (кожухи, шкафы, закрытые панели и т. п.)

С помощью блокировки автоматически снимается напряжение с токоведущих частей электроустановок при срабатывании концевых выключателей, при прикосновении к токоведущим частям без отключения питания. По принципу действия блокировки бывают механические, электрические и электромагнитные.

Для защиты от поражения электрическим током при работе с ручным электроинструментом, переносными светильниками или в помещениях с особой опасностью применяется пониженное напряжение питания: 42, 36, 12 В. Для питания светильников местного освещения с лампами накаливания применяется напряжение не более 24 В.

При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей обязательно применяются защитные средства, к которым относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками; диэлектрические перчатки, боты, калоши, коврики, указатели напряжения. Для предупреждения персонала о наличии напряжения или о его отсутствии в электроустановках применяется звуковая или световая сигнализация. С целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током используются плакаты и знаки безопасности.

При выборе для защиты от поражения электрическим током заземления или зануления обязательно знать режим нейтрали вторичной обмотки питающего участок трансформатора на подстанции: при изолированной нейтрали применяется заземление, при глухозаземлённой нейтрали — зануление. Конструктивно зануление выполняется путём присоединения корпуса к нулевому проводу, который проходит внутри цеха и присоединяется к нейтрали вторичной обмотки питающего трансформатора на подстанции, при пробое изоляции ток короткого замыкания по нулевому проводу возвращается в нейтраль и по фазным проводам — на автоматический выключатель станка, на котором произошло короткое замыкание, и разрывает цепь питания, важно, чтобы ток уставки автомата не превышал 1,2—1,3 номинального тока повреждённого электродвигателя станка. Иначе автомат может не отключиться, что может привести к человеческим жертвам. Недопустимо в режиме глухозаземлённой нейтрали применение заземления вместо зануления, поскольку в этом случае ток короткого замыкания уменьшается в разы и автомат не отключит повреждённое электрооборудование и на корпусе станка будет длительное время сохраняться опасное напряжение.



Задание (4) Рассчитать систему зануления.

Исходные данные для расчета зануления Задания (4)

Таблица 2.12

Вариант	k , коэффициент надежности	Мощность трансформатора, для определения $Z_1/3$, кВ А	$P_э$, мощность электродвигателя Вт	l , длина провода в пределах участка	$U_ф$, фазное напряжение, В	D , диаметр провода в подводящем кабеле, м	$\rho_{\text{пров}}$, удельное сопротивление алюминиевого проводника, Ом·м	$\rho_{\text{ст.}}$, удельное сопротивление стали, Ом·м	Нулевой проводник	Примечание, м
1	3	25	$15 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=5 \cdot 10^{-3}$ $d=4,5 \cdot 10^{-3}$
2	3	30	$25 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\text{п}} = a \cdot b$	$a=5 \cdot 10^{-3}$ $b=12 \cdot 10^{-3}$
3	3	40	$10 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=6 \cdot 10^{-3}$
4	3	50	$5 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=6 \cdot 10^{-3}$ $d=5 \cdot 10^{-3}$
5	3	63	$20 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\text{п}} = a \cdot b$	$a=6 \cdot 10^{-3}$ $b=14 \cdot 10^{-3}$
6	3	100	$35 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=7 \cdot 10^{-3}$
7	3	160	$15 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба	$D=8 \cdot 10^{-3}$ $d=6,7 \cdot 10^{-3}$



Безопасность проекта

									$S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	
8	3	250	$30 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\text{п}} = a \cdot b$	$a=8 \cdot 10^{-3}$ $b=16 \cdot 10^{-3}$
9	3	320	$25 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=8 \cdot 10^{-3}$
10	3	400	$10 \cdot 10^3$	5	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=10 \cdot 10^{-3}$ $d=8,2 \cdot 10^{-3}$
11	3	560	$5 \cdot 10^3$	2	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\text{п}} = a \cdot b$	$a=9 \cdot 10^{-3}$ $b=18 \cdot 10^{-3}$
12	3	630	$20 \cdot 10^3$	1	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=9 \cdot 10^{-3}$
13	3	750	$35 \cdot 10^3$	0	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=12 \cdot 10^{-3}$ $d=9,9 \cdot 10^{-3}$
14	3	1000	$30 \cdot 10^3$	2	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\text{п}} = a \cdot b$	$a=10 \cdot 10^{-3}$ $b=20 \cdot 10^{-3}$
15	3	25	$15 \cdot 10^3$	7	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=10 \cdot 10^{-3}$
16	3	30	$25 \cdot 10^3$	4	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=14 \cdot 10^{-3}$ $d=11,5 \cdot 10^{-3}$



Безопасность проекта

17	3	40	$10 \cdot 10^3$	9	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\Pi} = a \cdot b$	$a=11 \cdot 10^{-3}$ $b=22 \cdot 10^{-3}$
18	3	50	$5 \cdot 10^3$	8	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=11 \cdot 10^{-3}$
19	3	63	$20 \cdot 10^3$	1	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=16 \cdot 10^{-3}$ $d=13,2 \cdot 10^{-3}$
20	3	100	$35 \cdot 10^3$	2	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\Pi} = a \cdot b$	$a=12 \cdot 10^{-3}$ $b=25 \cdot 10^{-3}$
21	3	160	$15 \cdot 10^3$	3	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=12 \cdot 10^{-3}$
22	3	250	$25 \cdot 10^3$	1	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=18 \cdot 10^{-3}$ $d=15 \cdot 10^{-3}$
23	3	320	$10 \cdot 10^3$		220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\Pi} = a \cdot b$	$a=13 \cdot 10^{-3}$ $b=30 \cdot 10^{-3}$
24	3	400	$5 \cdot 10^3$	3	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=14 \cdot 10^{-3}$
25	3	560	$20 \cdot 10^3$	6	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{\text{тр.}} = \frac{\pi}{4} (D^2_{\text{тр.}} - d^2_{\text{тр.}})$	$D=20 \cdot 10^{-3}$ $d=17 \cdot 10^{-3}$
26	3	630	$35 \cdot 10^3$		220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{\Pi} = a \cdot b$	$a=18 \cdot 10^{-3}$ $b=35 \cdot 10^{-3}$
27	3	750	$30 \cdot 10^3$	1	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{\text{пр.}} = c^2$	$c=15 \cdot 10^{-3}$



Безопасность проекта

28	3	1000	$15 \cdot 10^3$	4	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Труба $S_{тр.} = \frac{\pi}{4} (D_{тр.}^2 - d_{тр.}^2)$ $D_{тр.} = 22 \cdot 10^{-3}$ $d_{тр.} = 18,8 \cdot 10^{-3}$
29	3	63	$10 \cdot 10^3$	6	220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Полоса $S_{п.} = a \cdot b$ $a = 20 \cdot 10^{-3}$ $b = 40 \cdot 10^{-3}$
30	3	400	$5 \cdot 10^3$		220	$6 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^{-7}$	Пруток $S_{пр.} = c^2$ $c = 16 \cdot 10^{-3}$

Сопротивление одной обмотки трансформатора

Таблица 2.13

Мощность трансформатора, кВ А	$Z_{т/3}$, Ом	Мощность трансформатора, кВ А	$Z_{т/3}$, Ом
25	1,037	250	0,104
30	1,11	320	0,0847
40	0,649	400	0,060
50	0,722	560	0,071
63	0,412	630	0,040
100	0,266	750	0,0364
160	0,162	1000	0,042

**Задание (5) Рассчитать систему заземления.****Исходные данные для расчета заземления** *Задания***(5)** Таблица 2.14

№ п/п	$l, \text{ м}$	$t, \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$\rho, \text{ Ом}\cdot\text{м}$	$R_{\text{доп}}, \text{ Ом}$	$z, \text{ м}$	K_c
1	0,5	1,5	0,1	20	4,0	5,0	1,75
2	0,5	1,5	0,1	26	4,0	5,0	1,75
3	0,5	1,5	0,1	32	4,0	5,0	1,75
4	0,5	1,5	0,1	38	4,0	5,0	1,75
5	0,6	1,5	0,1	44	4,0	5,0	1,75
6	0,6	1,5	0,1	50	4,0	5,0	1,75
7	0,6	1,5	0,1	56	4,0	5,0	1,75
8	0,7	1,5	0,1	63	4,0	5,0	1,75
9	0,7	1,5	0,1	69	4,0	5,0	1,75
10	0,7	1,5	0,1	75	4,0	5,0	1,75
11	0,8	1,5	0,1	81	4,0	5,0	1,75
12	0,8	1,5	0,1	87	4,0	5,0	1,75
13	1,0	1,5	0,1	94	4,0	5,0	1,75
14	1,0	1,5	0,1	100	4,0	5,0	1,75
15	1,5	1,5	0,1	106	4,0	5,0	1,75
16	1,5	1,5	0,1	112	4,0	5,0	1,75
17	2,0	1,5	0,1	118	4,0	5,0	1,75
18	2,0	1,5	0,1	124	4,0	5,0	1,75
19	2,5	1,5	0,1	130	4,0	5,0	1,75
20	2,5	1,5	0,1	137	4,0	5,0	1,75
21	3,0	1,5	0,1	143	4,0	5,0	1,75
22	3,0	1,5	0,1	149	4,0	5,0	1,75
23	3,0	1,5	0,1	155	4,0	5,0	1,75
24	3,5	1,5	0,1	161	4,0	5,0	1,75
25	3,5	1,5	0,1	167	4,0	5,0	1,75
26	3,5	1,5	0,1	173	4,0	5,0	1,75
27	4,0	1,5	0,1	180	4,0	5,0	1,75
28	4,0	1,5	0,1	186	4,0	5,0	1,75
29	4,0	1,5	0,1	192	4,0	5,0	1,75
30	4,0	1,5	0,1	200	4,0	5,0	1,75



Коэффициент использования труб
Таблица 2.15

Заземлители в ряд		
Отношение расстояния между электродами и их длине $\left(\frac{z}{\ell}\right)$	Число труб, n	Коэффициент использования, $\eta_{тр}$
1	2	0,84–0,87
2	2	0,90–0,92
3	2	0,98–0,95
1	3	0,76–0,80
2	3	0,85–0,88
3	3	0,9–0,92
1	5	0,67–0,72
2	5	0,79–0,88
3	5	0,85–0,88
1	10	0,56–0,62
2	10	0,71–0,77
3	10	0,79–0,83
1	15	0,51–0,56
2	15	0,66–0,73
3	15	0,76–0,80
1	20	0,47–0,50
2	20	0,65–0,70
3	20	0,74–0,79

Коэффициенты использования соединительной полосы (η_n) Таблица 2.16

Отношение расстояний между вертикальными электродами к их длине	Число вертикальных электродов в ряд							
	2	4	6	10	20	40	60	100
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–

2.3.2 Средства защиты и оценка уровня ЭМИ вычислительной техники.

Насколько опасным для здоровья человека является ПК?



Безопасность проекта

Как именно сказывается влияние компьютера на нашем организме?

В процессе жизнедеятельности человек постоянно находится в зоне действия электромагнитного поля (ЭМП) Земли. Такое поле, называемое фоном, имеет определенный уровень на каждой частоте, который не наносит вреда здоровью человека, и считается нормальным. Природный электромагнитный спектр охватывает волны частотой от сотых и десятых долей Герца до тысяч ГигаГерц.

Линии электропередач, сильные радиопередающие устройства создают электромагнитное поле, в разы превышающее допустимый уровень. Для защиты человека были разработаны специальные санитарные нормы (ГОСТ 12.1.006-84 регламентирует воздействие электромагнитных излучений на человека), в том числе и те, которые запрещают строительство жилых и прочих объектов вблизи сильных источников электромагнитного излучения.

Но зачастую более опасными являются источники слабого электромагнитного излучения, которое действует в течение длительного промежутка времени. К таким источникам относится в основном аудио-видео и бытовая техника.

Проблема вредного воздействия компьютера, в частности монитора, на организм человека приобрела поистине мировые масштабы. В 1992 году доля так называемых «эргономических» заболеваний в США составила более 50% всех профессиональных болезней, причем динамика их роста точно соответствовала развитию компьютеризации в стране. Такие недомогания накапливаются постепенно, но, если вовремя не принять мер, могут привести к полной или частичной инвалидности.

Причины возникновения «компьютерных болезней» пока полностью не выяснены. Можно лишь отметить, что на протяжении всей истории развития человека ему еще не приходилось иметь дело с таким режимом нагрузок и таким воздействием, как при работе с компьютером, так что его организм и сознание просто не успели адаптироваться.

В то же время сегодня для большинства людей вопрос — пользоваться компьютером или нет, уже не стоит. Так или иначе, для многих людей компьютер стал важной и необходимой частью образа жизни.

Виды электромагнитных излучений ПК и их воздействии

Даже сейчас есть люди, считающие, что компьютер - это



Безопасность проекта

абсолютно безвредно. Основная их масса соприкасается с компьютером незначительно или вообще не пользуется им. Они правы в том, что для них компьютер абсолютно безвреден. Но для профессионалов, работающих по 6-12 часов в день, все обстоит намного сложнее.

Рассматривая неблагоприятное воздействие компьютера на человека выделяют две группы вредных факторов.

Первая включает физические факторы, в том числе электромагнитные и электростатические поля, температурно-влажностные и иные параметры систем кондиционирования и др.

Вторая группа охватывает аспекты организации труда, эргономики рабочих мест и психологические факторы.

Так, измерение физических факторов показало, что в помещениях с электронно-вычислительной техникой в наибольшей степени от нормативных уровней обычно отличаются температура воздуха, электромагнитные поля, концентрация ионов, освещенность рабочего места, включая экраны мониторов.

Для примера возьмем наиболее распространенную конфигурацию: компьютер и монитор на электронно-лучевой трубке.

Компьютеры создают электромагнитные излучения широкого спектра:

- рентгеновское;
- ультрафиолетовое;
- высокочастотное (10 - 300 МГц);
- низкочастотное (5 Гц - 300 кГц); и
- электростатическое поле.

При этом следует отметить следующее:

- рентгеновское излучение экрана монитора ничтожно;
- ультрафиолетовое излучение монитора, измеренное для ряда образцов, при длине волны 0,32 мкм не превышало 200 мкВт/см² при гигиеническом нормативе 1000 мкВт/см², что в несколько раз ниже, чем интенсивность солнечного ультрафиолета в облачный день.

Однако необходимо учитывать, что для излучения с длиной волны менее 0,3 мкм нормативы становятся в 1000 раз меньше (т.е. излучение намного опаснее) и в принципе какая-то доза такого излучения может воздействовать на пользователя. Хотя стекло монитора должно отсекают ультрафиолетовое излучение короче 0,3 мкм, эффективной защитой может служить компьютерный фильтр, не пропускающий излучение с длиной волны менее 0,36 - 0,4 мкм;

- в высокочастотной области (10-300 МГц) генерируемые



Безопасность проекта

монитором электрические поля не превышают 0,01 В/м при нормативе 10 - 80 В/м; опасность представляют магнитные поля;

- результаты измерений, многократно проводившиеся для различных марок мониторов, показывают, что в непосредственной близости от монитора напряженности низкочастотного (3 - 300 кГц) электрического поля не превышают 5В/м при гигиенических нормативах в различных в странах 50-500 В/м.

В настоящее время не существует убедительных доказательств, что подобные воздействия могут нанести вред здоровью человека, однако опасность представляют:

- магнитные поля и излучения более низких частот;
- напряженность электростатического поля, создаваемого высоковольтным источником питания кинескопа, в 30 см от монитора может достигать значений 20 - 30 кВ/м и превышать существующий норматив 20 кВ/м.

Главную опасность для пользователей представляют электромагнитное излучение монитора в диапазоне частот 20 Гц - 300 МГц и статический электрический заряд на экране. Уровень этих полей в зоне размещения пользователя обычно превышает биологически опасный уровень.

Электромагнитное излучение распространяется во всех направлениях и оказывает воздействие не только на пользователя, но и на окружающих (до 5 м от монитора).

В быту встречается множество источников электромагнитных полей - телевизор, микроволновая печь. Наиболее существенное влияние на организм человека оказывают СВЧ печи, мобильные телефоны, компьютеры и телевизоры.

Микроволновые печи действуют в основном непродолжительное время (в среднем от 1 до 7 минут), телевизоры наносят существенный вред только при расположении на близком расстоянии от зрителей.

Влияние мобильных телефонов на организм человека - это тема отдельного раздела данного ресурса, которую невозможно переоценить.

Компьютер является самым опасным из них потому, что человек проводит длительное время в непосредственной близости от него. Еще недавно все говорили, что дистанция между человеком и телевизором должна равняться шести диагоналям кинескопа, но с появлением компьютеров об этом мгновенно забыли.

Хорошо сконструированный компьютерный фильтр может заметно уменьшить электростатическое поле, если у фильтра существует заземленное проводящее покрытие.



Безопасность проекта

Многообразие опасных и вредных факторов, присутствующих в ИТ, предопределило появление ряда нормативных документов, в частности, «**Правила охраны труда в системах вычислительной техники**».

В них к **факторам рисков**, присущим оборудованию ИТ, отнесены :

- поражение электрическим током,
- воспламеняемость,
- излучения, а также
- энергетическая, тепловая, механическая и химическая опасности.

Их причины, а также некоторые меры по их уменьшению приведены в таблице.

Таблица. **Основные риски ИТ и меры по их снижению**

нию

Факторы рисков	Причины рисков	Меры по уменьшению рисков
Поражение электрическим током	Высокие токи (более 0,5 мА); высокое напряжение (более 42 В переменного тока или более 60 В постоянного тока); пробой изоляции; недостаточное защитное заземление	Защитные кожухи; защитные блокировки; двойная изоляция; механическая и электрическая прочность изоляции; эффективное защитное заземление
Энергетическая опасность	Короткое замыкание в электрических цепях	Разделение электрических цепей; защитная блокировка
Огнеопасность	Пробой изоляции; нарушение контакта в электрических соединениях; повышение температуры компонентов	Защита от перегрузки по току; применение соответствующих материалов; огнестойкие преграды
Тепловая опасность	Высокая температура; воспламенение	Ограничение рабочих температур; маркировка опасных мест



Безопасность проекта

Механическая опасность	Неустойчивое положение; осколки, возникающие при разрушении	Фиксация; взрывобезопасные компоненты
Опасность излучения	Нормальная или нестандартная работа оборудования	Ограничение энергетических уровней источников излучений; экранирование излучения; маркировка опасных мест
Химическая опасность	Нормальная или нестандартная работа оборудования	Применение соответствующих материалов; ограничение рабочих температур; маркировка опасных мест

На этом фоне проблема электромагнитного излучения ПК, то есть влияние компьютеров на организм человека, встает достаточно остро ввиду нескольких причин:

- компьютер имеет сразу два источника электромагнитного излучения (монитор и системный блок). Пользователь ПК лишен возможности работать на безопасном расстоянии;

- длительность времени воздействия компьютера на современных пользователей может составлять более 12 часов, при официальных нормах, запрещающих работать на компьютере более 6 часов в день (ведь помимо рабочего дня человек часто сидит за ЭВМ по вечерам пытаясь, например, узнать как создать свой сайт бесплатно).

Кроме этого существуют несколько вторичных факторов, которые усугубляют ситуацию, к ним можно отнести работу в тесном непрветриваемом помещении и концентрацию множества ПК в одном месте.



Безопасность проекта



Теперь рассмотрим более подробно влияние электромагнитного излучения от монитора и системного блока компьютера.

Монитор, особенно его боковые и задние стенки, является очень мощным источником ЭМИ. И хотя с каждым годом принимаются все более жесткие нормы, ограничивающие мощность излучения монитора, это приводит лишь к нанесению более качественного защитного покрытия на лицевую часть экрана, а боковые и задняя панели все также остаются мощными источниками излучения.

Согласно последним исследованиям человеческий организм наиболее чувствителен к электромагнитному полю, находящемуся на частотах 40 - 70 ГГц, так как длины волн на этих частотах соизмеримы с размерами клеток и достаточно незначительного уровня электромагнитного поля, чтоб нанести существенный урон здоровью человека.

Отличительной же особенностью современных компьютеров является увеличение рабочих частот центрального процессора и периферийных устройств, а также повышение потребляемой мощности до 400 – 500 Вт. В результате этого уровень излучения системного блока на частотах 40 - 70 ГГц за последние 2 - 3 года увеличился в тысячи раз и стал намного более серьезной проблемой, чем излучение монитора.



Повышенный электромагнитный фон в значительной степени обеспечивает влияние ПК на здоровье людей. В результате продолжительной работы за компьютером в течение нескольких дней человек чувствует себя уставшим, становится крайне раздражительным, часто отвечает на вопросы однозначными ответами, ему хочется прилечь. Такое явление в современном обществе получило название синдром хронической усталости и согласно сведениям официальной медицины не поддается лечению.

Для пользователей компьютеров характерен набор субъективных жалоб на здоровье. Сюда входят: резь в глазах, головная боль, повышенная нервозность, утомляемость, расстройство памяти, нарушение сна, выпадение волос, сухость и покраснение кожи, экземы и аллергия, боли в животе и пояснице, вызванные неправильной посадкой, боль в запястьях и пальцах, вызванная неправильной конфигурацией рабочего места.

Работа персональных компьютеров приводит к ухудшению аэроионного состава воздуха (уменьшается количество легких аэроионов, увеличивается количество тяжелых). Головная боль через 2 ч после начала рабочего дня чаще всего бывает из-за недостатка легких аэроионов. Более 95 % обследованных помещений с компьютерами имеет недостаток легких аэроионов.

Помимо специальных мер улучшения аэроионного состава воздуха в помещении есть и простые решения: свежий воздух, больше влажности, колючки кактуса могут работать как ионизатор пассивного типа.

При работе на компьютере человек имеет дело с активной зрительной нагрузкой: он рассматривает картинку на дисплее, считывает конкретные данные, символы, графики, читает текст,



Безопасность проекта

постоянно сосредоточен, так как принимает решения, от которых зависит его работа.

Глаза человека, сидящего за компьютером, должны перефокусироваться 15 - 20 тыс. раз в течение рабочего дня. Мерцание экрана, невысокая резкость символов, наличие бликов и искажений, проблемы с оптимальным соотношением яркости и контрастности создают серьезные проблемы для глаз и мозга пользователя, что приводит к зрительному дискомфорту, рези в глазах, ухудшению зрения у 60 - 85% пользователей.

Исследования функционального состояния пользователя компьютера показали, что даже при кратковременной работе (45 минут) в организме пользователя под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга.

В 1996 г. Госсанэпиднадзор РФ выпустил "Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организации работы" а также, для защиты человека были разработаны специальные санитарные нормы ГОСТ 12.1.006-84, регламентирующие воздействие электромагнитных излучений на человека, в том числе и те, которые запрещают строительство жилых и прочих объектов вблизи источников электромагнитного излучения, в которых, в частности, определено, что:

- продолжительность непрерывной работы взрослого пользователя персональной электронно-вычислительной машины (ПЭВМ) не должна превышать 2 ч,

- ребенка - от 10 до 20 мин в зависимости от возраста: для детей 5 - 6 лет - 10 мин, младших школьников - 15, для 5 - 7-х классов - 20, для 8 - 9-х классов - 25 мин. Для старшеклассников рекомендуется работать 30 мин на первом уроке и 20 мин - на втором. Минимальный перерыв определен в 15 мин. Для учащихся 10 - 11 классов должно быть не более 2 уроков в неделю, а для учащихся остальных классов - не более 1 урока в неделю с использованием ПЭВМ.

В Японии приняты самые жесткие нормы работы с ПЭВМ, в особенности для детей и молодежи (по 20 мин 2 раза в неделю).

В возрасте 20 - 30 лет вероятность заболеваний у тех, кто подвергся облучению, в 5,5 раза выше, чем у их ровесников, не работавших с ПЭВМ.

В случаях появления у работающих дискомфорта или неприятных ощущений администрация обязана ввести индивидуальный график работы или перевести на работу, не связанную с



ПЭВМ.

Беременным женщинам и матерям, кормящим грудью, работать с компьютерами категорически запрещено.

Электромагнитное излучений наибольшее влияние оказывает на иммунную, нервную, эндокринную и половую систему.

Каковы последствия влияния электромагнитного излучения компьютера на здоровье человека?

Иммунная система уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

Эндокринная система начинает выбрасывать в кровь большее количество адреналина, как следствие, возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему организма. Происходит сгущение крови, в результате чего клетки недополучают кислород.

У человека, в течение длительного времени подвергавшегося электромагнитному излучению, угнетается *мочеполовая система*, при этом уменьшается сексуальное влечение к противоположному полу (отчасти это является следствием усталости, отчасти вызвано изменениями в деятельности эндокринной системы), падает потенция.

Изменения в *нервной системе* видны невооруженным глазом. Как уже отмечалось выше, признаками расстройства являются раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, общая напряженность, люди становятся суетливыми.

В качестве защитных мер можно назвать регулярные прогулки на свежем воздухе, проветривание помещения, занятия спортом, соблюдение правил работы за компьютером, работа с хорошей техникой, которая удовлетворяет существующим стандартам безопасности и санитарным нормам.

При работе за Notebook

Портативные компьютеры Notebook также создают опасный уровень ЭМП. Хотя в этих компьютерах используются экраны на основе жидких кристаллов, измерения показали, что их электромагнитное излучение (преобразователя напряжения питания, схемы управления и формирования информации и др.) значительно превышает экологические нормативы шведского стандарта MPR II, рекомендованного Советом ЕЭС для стран ЕЭС.

Для пяти исследованных типов Notebook на расстоянии 40 см от центра экрана при питании от сети электрическая составляющая ЭМП превышает экологический стандарт до 10 раз перед



Безопасность проекта

экраном и до 12 раз за экраном. При питании от аккумулятора это превышение составляет до 1,6 раз перед экраном и до 2,5 раз за экраном.

Отмечается, что в работе с Notebook целесообразно использовать антибликовые фильтры.

Рекомендации по снижению негативного воздействия электромагнитного излучения на здоровье человека при работе за ПК

Проблема снижения или компенсации вредного воздействия электромагнитных излучений компьютера на здоровье человека должна решаться комплексно, учитывая особенности организации технологического процесса на данном производстве используя организационные, технологические и технико-экономические решения, включающие:

- мероприятия по оснащению рабочего помещения:
- организацию качественного и эффективного воздухообмена в помещении;
- создание определенного температурно-влажностного режима и специальных условий улучшения аэроионного состава воздуха в помещении;
- эргономическое сопровождение оборудования рабочего помещения (мебель, IT-оборудование высокого качества и т.п.)

Мероприятия по оборудованию рабочего места:

- высота стола должна регулироваться от 680 до 800 мм, если это невозможно, стол должен быть высотой 725 мм и иметь подставку для ног;
- кресло пользователя обязательно должно быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также по расстоянию спинки от переднего края сиденья;
- рабочее место должно быть оснащено пюпитром для документов, расположенным вблизи экрана;
- расстояние от глаз пользователя до экрана монитора должно быть не менее 50 см, оптимально - 60 - 70 см;
- расстояние от экрана монитора до задней стенки монитора соседнего ряда должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками - не менее 1,2 м;
- площадь помещения на одного взрослого пользователя должна составлять не менее 6 м², объем - не менее 20 м³;
- в качестве источников общего освещения рекомендуется



Безопасность проекта

применять люминесцентные лампы ЛБ, общая освещенность должна быть 300 - 500 люкс, дополнительные источники должны использоваться только для подсветки документов и не создавать бликов на поверхности экрана;

- естественный свет из окон должен падать сбоку, желательно слева.

Центр электромагнитной безопасности (Москва) разработал следующие рекомендации:

- нижний уровень экрана должен находиться на 20 см ниже уровня глаз, уровень верхней кромки экрана должен быть на высоте лба;

- высоту клавиатуры надо отрегулировать так, чтобы кисть пользователя располагалась горизонтально;

- спинка кресла должна поддерживать спину пользователя;

- угол между бедрами и позвоночником должен составлять 90 градусов;

- подставку с оригиналом документа следует установить в одной плоскости с экраном и на одной с ним высоте.

Следует увеличить влажность в помещении: разместить цветы, аквариум в радиусе 1,5 м от компьютера; оптимальная влажность 60% при температуре 21 °С.

Рекомендуемая полная продолжительность рабочего времени за экраном монитора взрослого пользователя, использующего обычный монитор только с защитным экраном, - 4ч за 8-часовой рабочий день.

В конце каждого часа работы необходимо делать 5-минутный перерыв, а через 2ч - 15-минутный, выключать монитор и покидать рабочее место.

Из американских рекомендаций по работе с ПЭВМ отметим следующие:

- экран должен находиться примерно на 20 градусов ниже уровня глаз;

- легче всего читаются темные буквы на светлом фоне.

- каждые 10 мин отводите взгляд на 5 - 10 с в сторону от экрана.

- после каждых 40 - 45 мин работы необходима физкультурная пауза – вращение глазами по часовой стрелке и обратно, простые гимнастические упражнения для рук.

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, кон-



Безопасность проекта

струировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Обеспечение безопасности рабочих мест, охрана труда согласно действующему законодательству возложены на работодателя.

Организационно-технологические решения защиты персонала от электромагнитных (торсионных) излучений ПК

Проведенные в недавнем времени исследования подтвердили, что торсионная (информационная) компонента электромагнитных излучений мониторов персональных компьютеров (телевизоров, прочей электронной техники) является основным фактором негативного воздействия на здоровье человека.

Благодаря развитию электронной техники уровень электромагнитных излучений телевизоров, мониторов удалось существенно снизить. Однако, несмотря на то, что уровень электромагнитных излучений, например, у LCD телевизоров (мониторов) значительно ниже чем у телевизоров (мониторов) с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ), «мощность» торсионной (информационной) компоненты у LCD телевизоров (мониторов) практически такая же как и у телевизоров (мониторов) с ЭЛТ.

Длительное воздействие торсионной (информационной) компоненты излучений телевизоров, мониторов ПК может приводить к общему ухудшению самочувствия человека, может быть причиной головных болей, вызывать чрезмерную усталость; вызывать ухудшение зрения и памяти, ухудшение сна; приводить к уменьшению уровня лейкоцитов и лимфоцитов в крови человека, снижению иммунитета; негативно влиять на эндокринную и репродуктивную системы человека.

Наиболее чувствительны к влиянию торсионных (информационных) полей дети и беременные женщины.

В последние годы появились новые разработки, направленные на защиту персонала от неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения в которых использованы идеи отклонения левых торсионных полей, генерируемых мониторами, телевизорами и другой электронной техникой, при их взаимодействии с правыми торсионными полями устройств защиты.

Принцип действия устройств "Форпост-1" и "Spinor"

"ФОРПОСТ-1" и "Spinor" можно отнести к третьему классу искусственных источников формовых торсионных полей с широ-



ким спектром излучений.

При взаимодействии правого торсионного поля, генерируемого устройством с негативно влияющим на здоровье человека левым торсионным полем монитора компьютера (телевизора, других электронных устройств), происходит взаимная компенсация полей, создается биобезопасная зона как перед монитором (телевизором), так и вокруг него.

Создаваемая устройствами биобезопасная зона является преградой для возникновения энергоинформационных связей между излучателем поля и человеком, и, как следствие, предотвращает негативное влияние на здоровье человека.

Устройство "ФОРПОСТ-1"

Защитное устройство "ФОРПОСТ-1" представляет собой генератор правого формового статического торсионного поля, которое при взаимодействии с крайне опасным для организма человека левым торсионным полем монитора отклоняет последнее от начального положения практически на 180° в зону его правого поля (в соответствии с законами взаимодействия торсионных полей), т.е. в противоположную от пользователя сторону, при этом поля взаимно нейтрализуются за монитором уже на расстоянии 10-15 см сзади него. В результате взаимокомпенсации правого и отклоненного левого поля монитора, создается биобезопасная зона как перед монитором, так и вокруг него площадью до 2,5 м².

Устройство по своей сути отклоняет излучение негативной торсионной компоненты электромагнитного поля упомянутых выше изделий от оператора (пользователя), создавая преграду для возникновения энергоинформационных связей между излучателем и человеком, и, как следствие, существенно улучшает производительность труда оператора, поддерживает физиологические показатели организма пользователя.

Устройство "ФОРПОСТ-1" рекомендуется устанавливать непосредственно перед монитором компьютера (горизонтально, на столе) или перед телевизором (на крышке тумбы) на расстоянии нескольких сантиметров от плоскости экрана. Жестких требований по установке прибора нет, важно, чтобы устройство находилось между источником излучения (монитором, телевизором и т.д.) и пользователем.

Устройство не требует источника питания, не создает каких-либо помех в работе мониторов, телевизоров и другой электронной техники.



Устройство "Spinor"

При работе мобильного телефона или монитора ПК, пользователь (без применения средств защиты) находится под воздействием негативного для него левого торсионного (информационного) поля, которое имеет высокую проникающую способность и не поддается традиционному экранированию

Устройство "Spinor" приклеивается к корпусу мобильного телефона (радиотелефона, MP3 плеера, ноутбука и пр.) в любом удобном месте. Место расположения устройства на корпусе телефона (MP3 плеера, ноутбука и пр.) на эффективность работы устройства не влияет. Устройство не создает каких-либо помех в работе телефонов и прочей электронной техники.

Таким образом, при использовании предлагаемых устройств, создаются комфортные условия пребывания человека при эксплуатации различной электронной техники и приборов.

Порядок установки защитного устройства "ФОРПОСТ-1" для достижения максимального защитного эффекта.

Излучение от монитора без применения устройства "Форпост"

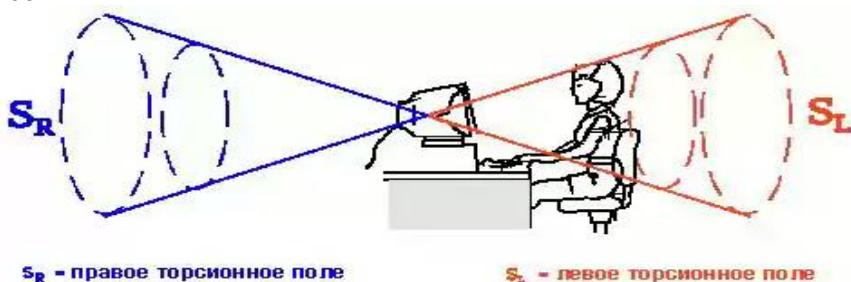


Рис. 1.

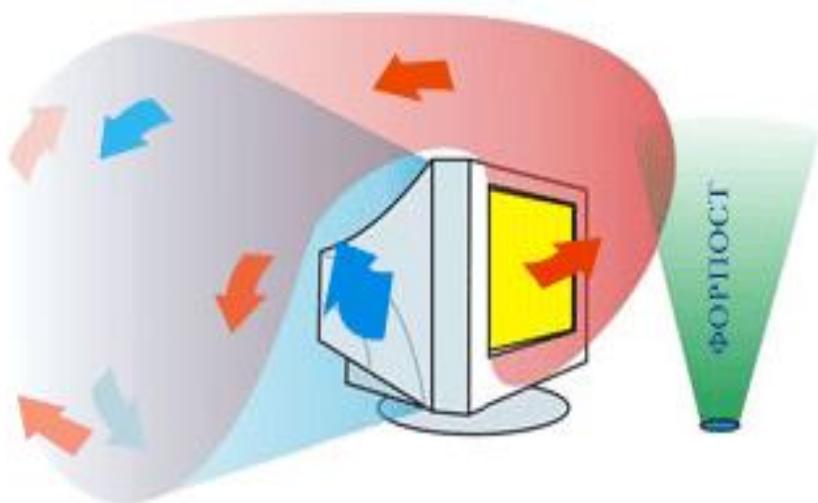
Излучение от монитора после установки устройства "Форпост"



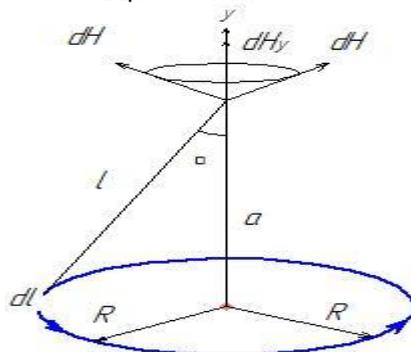
Безопасность проекта



Рис. 2



Основные формулы для напряженности H и индукции B магнитного поля на оси кольца с током:





Безопасность проекта

Закон Био-Савара-Лапласа:

$$r^2 = R^2 + a^2 = (R^2 + a^2)^{2/2};$$

$$r = (R^2 + a^2)^{1/2};$$

(2.21)

$$\sin \alpha = \frac{R}{r} = \frac{R}{(R^2 + a^2)^{1/2}};$$

(2.22)

$$dH_y = dH \sin \alpha = dH \cdot \frac{R}{(R^2 + a^2)^{1/2}};$$

(2.23)

$$dH_y = \frac{I \sin \alpha \cdot dl \cdot R}{4\pi(R^2 + a^2)^{2/2} \cdot (R^2 + a^2)^{1/2}}; \sin \alpha = 1;$$

(2.24)

Напряженность

$$H = \int_0^l dH_y = \frac{I \cdot 2\pi \cdot R \cdot R}{4\pi(R^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{R^2 \cdot I}{2(R^2 + a^2)^{3/2}};$$

(2.25)

$$\text{Индукция } B = \mu_0 \mu H, \quad B = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot R^2 \cdot I}{2(R^2 + a^2)^{3/2}};$$

(2.26)

Задание (6) Расчет электромагнитных излучений в производственных помещениях.

Задача 1. *Оценка уровня ЭМИ.* Сравнить напряженность магнитного поля с нормативными данными (табл.2.17) и сделать вывод о степени опасности излучения.



Безопасность проекта

Нормативные значения напряженности магнитного поля

Таблица 2.17

Диапазон частот	Предельно допустимая интенсивность		
	по электрической составляющей, В/м.	по магнитной составляющей, А/м.	по плотности потока энергии, мкВт/см ²
30 кГц - 3МГц	500	50	-
3-30 МГц	396	3	-
30-300 МГц	80	3(30-50МГц)	-
300МГц - 300ГГц	-	-	1000

Задача 2 Оценка радиуса зоны индукции ЭМИ

Исходные данные для задач 1 и 2

Таблица 2.18

N вар	R, м	a, м	I, А	f, кГц	H, А/м	B, Тл
1	0,5	0,2	150	8,0	120,06	0,00015
2	0,65	0,25	225	18,0		
3	0,8	0,3	300	2,4		
4	0,95	0,35	375	8,0		
5	1,10	0,4	450	2,4		
6	1,25	0,45	525	8,0		
7	1,40	0,5	600	2,4		
8	1,55	0,55	675	8,0		
9	1,70	0,6	750	22,0		
10	1,85	0,65	825	18,0		
11	2,0	0,7	900	2,4		
12	2,15	0,75	975	8,0		
13	2,30	0,8	1050	18,0		
14	2,45	0,85	1125	2,4		
15	2,60	0,9	1200	8,0-10,0		
16	2,75	0,95	1275	2,4		
17	2,90	1	1350	8,0		
18	3,05	1,05	1425	1,0		
19	3,20	1,10	1500	2,4		
20	3,35	1,15	1575	8,0-10,0		
21	3,50	1,20	1650	1,0		
22	3,65	1,25	1725	2,4		
23	3,80	1,3	1800	2,4		
24	3,95	1,35	1875	1,0		
25	4,10	1,4	1950	2,4		
26	4,25	1,45	2025	2,4		



Безопасность проекта

27	4,40	1,5	2100	1,0		
28	4,55	1,55	2175	1,0		
29	4,70	1,6	2250	1,0		
30	4,85	1,65	2325	8,0		

Задача 3. Оценим *эффективность (Э) экранирования* индукторов

Исходные данные для задачи 3а).

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l, см	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
D, см	3	7	10	17	19	20	25	30	35	40

Исходные данные для задачи 3б).

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l, см	3	7	10	17	19	20	25	30	35	50
a, см	5	10	15	20	25	30	35	40	45	40

Задача 4. Оценим *допустимое время пребывания персонала в поле ЭМИ*.

Исходные данные для задачи 4.

Вар.	0	1	2	3	4	5				
E, кВ/м	20	18	16	14	12	10				

2.3.3. Пожарная безопасность

Для оценки пожарной опасности технологического процесса необходимо знать, какие огнеопасные вещества или смеси используются, получаются или могут образоваться в процессе производства внутри технологического оборудования, при каких условиях и по каким причинам они могут оказаться вне их.

Задание (7) Провести категорирование здания (помещения) по пожароопасности Пожароопасность газовоздушных смесей определяется нижним и верхним концентрационным пределом воспламенения; жидкостей — температурой вспышки паров; твёрдых тел — температурой возгорания; строительных **конструкций — огнестойкостью**.

В частности, СНиП 21–01 — 97 регламентирует классификацию зданий по степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности.

Пожары согласно правилам пожарной безопасности [27] подразделяются на пять категорий: А, В, С, Д и Е.



Безопасность проекта

Промышленные предприятия, здания и сооружения по взрыво- и пожароопасности в зависимости от нижнего предела температуры возгорания применяемых, производимых или хранящихся внутри них горючих и легковоспламеняемых веществ также подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

Категории помещений и зданий, определяемые в соответствии с табл.2.19 применяют для установления нормативных требований **по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности** указанных зданий и сооружений в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, размещения помещений, конструктивных решений, инженерного оборудования и т. д.



Категории помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности

Таблица 2.19

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрыво- и пожаро-опасная)	<p>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.</p>
Б (взрыво- и пожаро-опасная)	<p>Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.</p>
В1—В4 (пожароопасные)	<p>Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещение, в котором они имеются в наличии или обращении, не относится к категории А или Б.</p>



Категории помещений определяются последовательной проверкой принадлежности помещения к категориям от высшей А к низшей Д.

Категорию здания определяют согласно следующим рекомендациям:

— *здание относится к категории А*, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5% всех помещений, или 200 м². В случае оборудования помещений установками автоматического пожаротушения допускается не относить к категории А здания и сооружения, в которых доля помещений категории А не превышает 25% (но не более 1000 м²);

— *к категории Б относят здания и сооружения:*

а) если они не относятся к категории А;

б) если суммарная площадь помещений категории А и Б превышает 5% суммарной площади всех помещений, или 200 м².

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категории А и Б в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуют установками автоматического пожаротушения;

— *здание относится к категории В:*

а) если оно не относится к категории А или Б;

б) если суммарная площадь помещений категории А, Б и В превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категории А и Б) суммарной площади всех помещений.

В случае оборудования помещений категории А, Б и В установками автоматического пожаротушения допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категории А, Б и В не превышает 25% (но не более 3500 м²) суммарной площади всех размещенных в нем помещений;

— *здание относится к категории Г:*

а) если оно не относится к категории А, Б и В;

б) суммарная площадь помещений А, Б, В и Г превышает 5% суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категории А, Б, В и Г в здании не превышает 25% суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²), а помещения категорий А, Б, В и Г оборудуют установками автоматического пожаротушения;

— *здания, не отнесенные к категориям А, Б, В и Г, относят к категории Д.*



Безопасность проекта

На объектах категории В, Г и Д возникновение отдельных пожаров будет зависеть от степени огнестойкости зданий, а образование сплошных пожаров — от плотности застройки.

От той или иной классификации зависит жесткость требований к пожарной профилактике, выбор исполнения электроприборов и электрооборудования (взрывозащищенное, искробезопасное и т. п.), совместное или раздельное хранение баллонов и емкостей с жидкостями и газами, неукоснительное соблюдение технологической дисциплины и требований пожарной безопасности при выполнении огнеопасных работ (газо- и электросварка, резка металлов, деревообработка, изготовление изделий методом намотки стекловолокна, пропитанного эпоксидными смолами и т.п.).

От этого, а так же от объёма, площади помещения зависит выбор типа и количества огнетушителей.

В настоящее время наиболее эффективными становятся порошковые огнетушители, которые тушат пожары классов А, В, С, Е и класса Д (металлы).

На втором месте по применению находятся углекислотные огнетушители, которые уступают порошковым по удельной металлоёмкости и многообразности использования, студент должен правильно выбрать огнетушитель, например порошковый (ОП–5, ОП–10) или углекислотный (ОУ–5, ОУ–10).

Возможными причинами пожаров на машиностроительном предприятии могут быть нарушения технологического режима, неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузка, большое переходное сопротивление), плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание промасленной ветоши к других материалов, заклинивание подшипников на конвейере, искры при электро- и газосварочных работах, несоблюдение графика планового ремонта, износ и коррозия оборудования и др.

Профилактика взрывов достигается применением оборудования, рассчитанного на давление взрыва, применением легкосбрасываемых конструкций (двери, окна, ворота, устройств аварийного сброса давления, инертных или паровых завес, гидрозатворов, огнепреградителей).

К активным мерам защиты относятся: системы автоматической пожарной сигнализации; установки автоматического пожаротушения; специальные средства подавления пожаров и взрывов промышленных объектов; организация подразделений пожарной



Безопасность проекта

охраны, обучение и инструктаж работников цехов.

При тушении пожаров используются следующие основные способы:

- изоляция очага горения от воздуха или снижение содержания кислорода в воздухе путём замещения его негорючими газами;

- охлаждение очага горения ниже температуры самовоспламенения, воспламенения, вспышки горючих веществ и материалов;

- интенсивное торможение скорости химической реакции окисления;

- механический срыв пламени воздействием на него сильной струёй газа или жидкости;

- создание условий огнепреграждения, когда пламя вынуждено распространяться через узкие каналы.

**Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями Таблица 2.20.**

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители 10л	Порошковые огнетушители вместим., л			Хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л	Углекислотные огнетушит. вместимостью, л	
				2	5	10		2	5(8)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2++		2+	1++	—	—	—
		В	4+		2+	1++	4+	—	—
		С	—		2+	1++	4+	—	—
		Д	—		2+	1++	—	—	—
		(Е)	—		2+	1++	—	—	2++
В	400	А	2++		2++	1+	—	—	2+
		Д	—	+	2+	1++	—	—	—
		(Е)	—		2++	1+	2+	4+	2++
Г	800	В	2+		2++	1+	—	—	—
		С	—		2++	1+	—	—	—
Г,Д	1800	А	2++		2++	1+	—	—	—
		Д	—	+	2+	1++	—	—	—
		(Е)	—		2++	1+	2+	4+	2++
Общественные	800	А	4++	8+	4++	2+	—	—	4+
		(Е)	—	—	4++	2+	4+	4+	2++



Примечания:

1. Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды:

- для класса А — порошок ABC (Б);
- для классов В, С и Е — ВС(Е) или ABC(Е) и
- для класса Д — Д.

2. Знаком "++" обозначены огнетушители, **рекомендуемые** к оснащению объектов,

3. Знаком "+" — огнетушители, применение которых **допускается** при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании,

4. Знаком "-" — огнетушители, которые **не допускаются** для оснащения данных объектов.

2.4. Обеспечение безопасности в ЧС на производственных объектах.

В этой части раздела должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1. Прогнозирование возможных чрезвычайных ситуаций на анализируемом объекте и их возможные причины.
2. Анализ сценариев развития чрезвычайных ситуаций.
3. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.
4. Разработка мероприятий, повышающих устойчивость объектов в ЧС.

Оценка устойчивости работы промышленного объекта в ЧС методом предварительного прогноза.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) это обстановка, сложившаяся на определённой территории в результате опасного природного явления (стихийного бедствия) или опасного техногенного происшествия (крупной производственной аварии), характеризующаяся действием одного или нескольких поражающих факторов.

Успех защиты людей от возможного поражения зависит от готовности сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), способности объектов и территориальных аварийно-спасательных формирований быстро организовать и провести спасательные и другие неотложные работы.

Техногенными источниками ЧС на объектах машино-



Безопасность проекта

строения могут быть химические аварии, взрывы топливовоздушных смесей, пожары.

В результате аварии на химически опасном производстве может произойти нарушение технологических процессов связанных с повреждением трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в количествах, в которых они могут вызывать поражение людей, животных, а также химическое заражение воды, почвы и т.п. При этом образуется зона химического загрязнения – территория, в пределах которой в приземном слое воздуха содержатся АХОВ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени. Ее размеры определяются методом прогнозирования, а затем уточняются по данным разведки.

В результате мгновенного (1с–3 мин) перехода в атмосферу части вещества из емкости или продуктопровода при ее разрушении образуется первичное облако. Вторичное облако АХОВ образуется в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Локализация и обеззараживание источников химического заражения имеет целью подавить или снизить до минимально возможного уровня воздействие вредных и опасных факторов, представляющих угрозу для жизни и здоровья людей, экологии, а также затрудняющих ведение спасательных и других неотложных работ на аварийном объекте и в зоне химического заражения за пределами химически опасного объекта.

Основными способами локализации и обеззараживания источников химического заражения, с учетом вида АХОВ, являются:

- *при локализации облаков АХОВ* – постановка водяных завес, рассеивание облака с помощью тепловых потоков;

- *при обеззараживании облаков АХОВ* – постановка жидкостных завес с использованием нейтрализующих растворов, рассеивание облаков воздушно-газовыми потоками;

- *при локализации пролива АХОВ* – обвалование пролива, сбор жидкой фазы АХОВ в приемки – ловушки, засыпка пролива сыпучими сорбентами, снижение интенсивности испарения покрытием зеркала пролива полимерной пленкой, разбавление пролива водой, введение загустителей;

- *при обеззараживании (нейтрализации) пролива АХОВ* – заливка нейтрализующим раствором, разбавление пролива водой с последующим введением нейтрализаторов, засыпка



Безопасность проекта

нейтрализующими веществами, засыпка твердыми сорбентами с последующим выжиганием, загущение с последующим вывозом и сжиганием.

При оценке *химической обстановки* на производственном объекте методом предварительного прогноза основными задачами являются:

- определение возможных поражений персонала и населения, потребного состава сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах химического загрязнения.

- определение количества зараженного персонала, оборудования, транспорта и других материальных средств, требующих проведения работ по дегазации и санитарной обработки.

- определение стойкости (времени самоиспарения и понижения токсичности) АХОВ.

- определение времени подхода облака воздуха, зараженного АХОВ к определенному рубежу (объекту).

Оценка химической обстановки осуществляется в 3 этапа:

I этап – заблаговременный прогноз химической обстановки, по оценочным параметрам аварии на химически опасном объекте с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

Основанием для заблаговременного прогнозирования являются сведения о химически опасных объектах и преобладающих метеоусловиях, полученные от соответствующих министерств, ведомств и гидрометеослужбы. Полученные результаты необходимы для планирования мероприятий по защите объекта, населения и территории.

II этап – предварительный прогноз химической обстановки после аварии на химически опасном объекте. Основанием для прогнозирования являются данные, поступившие с места аварии, сил разведки объекта с учетом реальных метеоданных.

Полученные результаты необходимы для принятия решения соответствующими председателями КЧС и ПБ по защите персонала, населения и территорий, а также для уточнения задач органам разведки и проведения неотложных мероприятий по защите.

III этап – оценка фактической химической обстановки (по данным разведки). Основанием для этого являются данные, полученные от сил разведки, наблюдения и лабораторного контроля о концентрации АХОВ в отдельных точках местности на определенное время.

Полученные данные необходимы для уточнения ранее принятых решений по защите персонала объекта, населения и проведения работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.



2.4.1 Оценка химической обстановки при аварии с выбросом АХОВ

Задание (8) Определить глубину распространения облако АХОВ при аварийном выбросе его на химически опасном объекте при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и ожидаемые поражения персонала объекта, их структуру

Таблица 2.21. Значения коэффициентов K_{2i} , K_{3i} , K_{7i} , K_4 , K_5 , K_{6i} , время самоиспарения (T_i) и плотность (d_i) АХОВ

п/п	Наименование АХОВ	Значения коэффициентов					Плотность, d_i (т/м ³)	β_i
		K_{2i}	K_{3i}	τ_i	K_4	K_5		
1	Хлор	0,052	1,0	1,0	1,67	1/0,23/0,08	1,553	
2	Аммиак	0,025	0,04	,0	1,67	1/0,23/0,08	0,681	
3	Окись этилена	0,041	0,27	0,93	1,67	1/0,23/0,08	0,882	
4	Сероводород	0,042	0,036	1,0	1,67	1/0,23/0,08	0,964	



Безопасность проекта

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный: 1 – для инверсии, 0,23 – для изо-термии и 0,08 – для конвенции;

1. Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива и понижения токсичности). h – толщина слоя разлитого АХОВ на поверхности (равен 0,05).

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} \quad (2.28)$$

2. По табл.2.22, а также используя формулы линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

$$\Gamma_x = \Gamma_m + \frac{\Gamma_6 - \Gamma_m}{Q_6 - Q_m} (Q_x - Q_m) \quad , \quad (2.29)$$



Таблица 2.22. Глубины зон возможного загрязнения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	ЭКВИВАЛЕНТНОЕ КОЛИЧЕСТВО АХОВ, Т													
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,2	29,6	38,1	52,67	65,23	81,91	166
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,8	16,4	21,0	28,73	35,35	44,09	87,79
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,9	15,2	20,59	25,21	31,30	61,47
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,2	16,43	20,05	24,80	48,18
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,3	13,88	16,89	20,82	40,11
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,3	4,66	5,7	7,37	8,72	10,48	19,45
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,2	4,49	5,5	7,10	8,40	10,04	18,46
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,1	4,34	5,3	6,86	8,11	9,70	17,60



2.4.2. Прогноз количества пораженного персонала при химическом взрыве.

Прогнозируемое количество людей получивших химические поражения определяется как:

$$N_{пор} = N_{раб} \cdot K_{пор},$$

где $N_{раб}$ – количество людей в опасной зоне;

$K_{пор}$ – коэффициент химического поражения (табл. 2.23).

Например: в зоне загрязнения оказалось 110 чел., обеспеченность противогазами 75%, тогда

$$N_{пор} = N_{раб} \cdot K_{пор} = 110 \text{ чел.} \cdot 0,1 = 11 \text{ чел.}$$

$$N_{см} = N_{пор} \cdot K_{см} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 3,85 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{т и ср} = N_{пор} \cdot K_{т и ср} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 4,4 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{легк} = N_{пор} \cdot K_{легк} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 2,75 = 3 \text{ чел.}$$

Таблица 2.23 Зависимость коэффициент химического поражения людей в районе разлива и зонах химического загрязнения, %

Условия размещения персонала	Обеспечение персонала специальными фильтрующими противогазами, в %				
	0	25	50	75	100
В районе разлива	До 100	70	50	30	до 10
В зонах загрязнения	35	25	15	10	2



Безопасность проекта

Примечание. Для оперативных расчетов принимается, что структура поражений составит: 35 % – безвозвратные (смертельные) поражения;

40 % – санитарные поражения тяжелой и средней форм тяжести (временная потеря трудоспособности на срок не менее чем на 2-3 недели с обязательной госпитализацией);

25 % – санитарные поражения легкой формы тяжести.

Исходные данные для расчетов Задания (8) (номер варианта определяется порядковым номером в списочном составе студентов группы) приведены в таблице.



Безопасность проекта

Примечание: К – принимает значение 1,...,5 (указывает руководитель)

№ варианта	Температура воздуха на высоте, °С		Скорость ветра, м/с	Количество людей в районе разлива / загрязнения	Обеспеченность СИЗ, %	Тип и количество АХОВ (условия хранения – жидкость под давлением), т			
	50 см	200 см				Хлор	аммиак	оксид этилена	сероводород
1.	11	12	5 • К	(2/10) • К	75	1 • К	0,5 • К	2 • К	1 • К
2.	10	9	1 • К	(20/3) • К	50	0,5 • К	2 • К	3 • К	1 • К
3.	12	10	2 • К	(30/5) • К	25	2 • К	4 • К	2 • К	5 • К
4.	12	12	3 • К	(10/2) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	0 • К
5.	14	16	5 • К	(20/6) • К	100	0 • К	2 • К	3 • К	1 • К
6.	18	20	4 • К	(25/4) • К	75	0 • К	2 • К	4 • К	3 • К
7.	8	12	2 • К	(30/3) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
8.	14	8	3 • К	(35/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	4 • К
9.	6	8	5 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	2 • К
10.	9	13	1 • К	(10/2) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
11.	11	12	4 • К	(20/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
12.	15	12	2 • К	(15/1) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К



Безопасность проекта

13.	16	16,5	3 • К	(25/4) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
14.	8	7,5	5 • К	(30/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
15.	12	12	3 • К	(35/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
16.	14	12	4 • К	(40/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
17.	12	10,5	2 • К	(45/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
18.	11	10	5 • К	(20/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
19.	12	14	4 • К	(5/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
20.	16	10	3 • К	(15/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
21.	15	11	2 • К	(30/2) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
22.	13	13,5	1 • К	(40/4) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
23.	16	14	4 • К	(25/3) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
24.	17	18	3 • К	(35/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
25.	15	14,5	2 • К	(40/4) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
26.	10	9,5	5 • К	(10/3) • К	75	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
27.	12	12	1 • К	(5/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
28.	17	15	4 • К	(15/2) • К	25	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
29.	12	9	3 • К	(10/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
30.	13	11	2 • К	(20/5) • К	100	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
31.	11	10,8	1 • К	(30/2) • К	50	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К
32.	12	12,7	2 • К	(10/0) • К	0	1 • К	0 • К	2 • К	1 • К



Таблица 2.24. Оценочные последствия химических поражений при выполнении производственных заданий

(заполняется после получения результатов расчета).

Условия размещения персонала	Глубина распротр. облака АХОВ, км	Продолжительн. загрязнения или понижение токсичности, час	Количество и категория поражений, чел.		
			Легк.	Тяж. и сред.	Смерт.
В районе разлива	2,3	1	—	—	—
В зонах загрязнения			3	4	4



Безопасность проекта

Вывод: ЧС, сложившаяся на предприятии после химической аварии носит муниципальный характер, т.к. выходит за границу территории завода, количество пострадавших людей превышает 10 чел., вид чрезвычайной ситуации - техногенный.

Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы, дегазацию территории завода и рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска.

При выполнении работ необходимо использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа в зоне аварии и фильтрующего типа в - зоне загрязнения.

2.4.3. Оценка инженерной обстановки при аварийных взрывах

При оценке инженерной обстановки определяются:

- масштаб и степень разрушений;
- объем инженерных работ;
- влияние разрушений на устойчивость работы отдельных элементов объекта и организации в целом, а также жизнедеятельность проживаемого рядом населения.

Для определения этих параметров используются следующие исходные данные:

1.Сведения о наиболее вероятных авариях, которые являются источником ЧС, и которые могут иметь место на предприятии.

2.Характеристики первичных и вторичных поражающих факторов прогнозируемых ЧС.

3.Характеристика инженерно-технического комплекса организации (объекта экономики) ее элементов и наличие защитных сооружений.

Наиболее опасными являются взрывные явления при запроектных (не определенных эксплуатационно-технической документацией) авариях.



2.4.4. Оценка масштабов ЧС на предприятии при взрыве ТВС (топливо-воздушных смесей) методом предварительного прогноза.

В качестве явлений, инициирующих ЧС взрывом на промышленном объекте, рассматриваются:

- детонация облака топливо-воздушной смеси (ТВС);
- дефлаграция облака ТВС.

В качестве веществ, способных к образованию топливовоздушных смесей, рассматриваются:

- сжиженные природные и нефтяные газы;
- жидкие топлива;
- другие взрывоопасные вещества.

В качестве показателей последствий взрывных явлений на промышленном объекте вследствие действия воздушной ударной волны (ВУВ) и фрагментов разрушенных конструкций, образующейся в результате взрыва ТВС приняты:

для людей – количество человек, получивших поражение, при условии их открытого нахождения на местности, в зданиях и сооружениях;

для окружающей место аварии застройки – степени разрушения зданий и сооружений промышленной и непромышленной зоны.

Перечень исходных данных для целей прогнозной оценки.

*при прогнозировании последствий взрывов ТВС:

- тип и масса топлива, участвующего во взрыве;
- класс окружающей пространства (плотность расположения зданий или оборудования);
- план объекта и прилегающей территории с картограммой размещения людей.

*при прогнозирования последствий взрывов (КВВ) конденсированных взрывчатых веществ:

- тип и масса ТВС, находящегося в различных местах объекта;
- план объекта и прилегающей территории с картограммой расположения людей.

Для оценки инженерной обстановки необходимо:

- определить возможные последствия взрыва облака ТВС, который зависит от режима их взрывного превращения (режима



Безопасность проекта

горения);

- определить границы зон полных, сильных, средних и слабых разрушения производственных зданий и сооружений на территории предприятия, учитывая режим взрывного превращения, а также массу топлива в ТВС содержащейся в облаке;

- нанести зоны разрушений на план территории и определить производственные объекты, попавшие в каждую из зон.

- определить состояние производственных объектов в каждой зоне на территории предприятия.

Полное разрушение – разрушение, обрушение всех элементов зданий и сооружений (включая подвалы).

Сильная степень разрушений зданий и сооружений – разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов – производственные здания.

Средняя степень разрушений зданий и сооружений – разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений) перекрытия, как правило, не разрушаются, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта производственные объекты.

Слабая степень разрушения зданий и сооружений – разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи полностью сохраняются и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

2.4.5. Оценка количества пораженного персонала в производственных зданиях при взрыве ТВС методом предварительного прогнозирования.

Определим возможное количество пораженных по формуле:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n n_i \left(1 - \frac{P_i}{100\%} \right), \quad (2.30)$$

где

n_i – количество работающих людей в **здании**;

P_i – вероятность выживания людей: $P_{\text{полн.раз.}} = 40\%$,

$P_{\text{сил.раз.}} = 90\%$, $P_{\text{ср.раз.}} = 94\%$, $P_{\text{сл.раз.}} = 98\%$.

Например: В одном из зданий, попавших в зону средних



Безопасность проекта

разрушений, находились 15 человек, а в другом здании - в зоне слабых разрушений, находились 30 человек.

В этом случае можно прогнозировать следующее количество пораженных:

$N_{ср.} = 15 \text{ чел.} \cdot (1 - 94/100) = (15 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,94) = 1 \text{ человек.}$

$N_{сл.} = (20 \text{ чел.}) \cdot (1 - 98/100) + (30 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,98) = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ человек.}$

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения.

40% – санитарные поражения.

$N_{смер.ср.} = 1 \cdot 0,6 = 1 \text{ человек.}$

$N_{смер.сл.} = 1 \cdot 0,6 = 1 \text{ человек.}$

Общ.смер. = 2 человека.

$N_{сан.ср.} = 1 \cdot 0,4 = 0 \text{ человек.}$

$N_{сан.сл.} = 1 \cdot 0,4 = 0 \text{ человек.}$

Общ.сан. = 0 человек.

Прогнозируем число пострадавших, оказавшихся в завалах по формуле:

$N_{зав.} = N_{пол.р+} + 0,3 N_{сил.р} = 0 + 0,3 \cdot 0 = 0 \text{ человек.}$



Таблица 2.25. Оценочные последствия поражения людей в поврежденных производственных зданиях при аварийном взрыве ТВС.

(заполняется после получения результатов расчета)

	Количество пораженных людей в производственных зданиях, чел.				Структура поражений и общее количество людей под завалом, чел.		
	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	Санитарные	Смертельные	Под завалом
	0	1	1	0	0	2	0

Вывод: Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной.

В результате взрыва:

- получил среднее разрушение разборочно-комплектноочный цех, смертельно поражен 1 чел.,
- слабые разрушения получили электроаппаратный цех и сборочный цех, в которых смертельно поражен 1 чел.;
- разрушены части стен зданий и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей.

Прогнозируется смертельное поражение персонала: погибло 2 человека, раненых – нет.



Безопасность проекта

В результате взрыва ТВС может произойти возгорание одного или нескольких производственных объектов, в этом случае прогнозируются зоны теплового воздействия на персонал объекта и его структурные производственные элементы (производственные, складские, административного или социального назначения).

Задание (9) (по п.п.2.4.2-2.4.5). Оценить инженерное состояние промышленных зданий, оказавшихся в зоне разрушений при аварийном взрыве ТВС. Определить характер разрушений промышленных объектов в результате ЧС и характер поражения персонала (согласно варианту исходных данных).

Исходные данные для расчетов Задания (9).

№ варианта	Нахождение промышленного здания в зоне разрушений:				Общее количество людей в каждом промышленном здании			
	полных	сильных	средних	слабых	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех
1.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
2.	2-й цех	3-й цех	4-й цех	1-й цех	9 • К	4 • К	10 • К	11 • К
3.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	6 • К	7 • К	8 • К
4.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	12 • К
5.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	11 • К	6 • К	4 • К	12 • К
6.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	11 • К
7.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	6 • К	7 • К	8 • К
8.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	9 • К	12 • К	11 • К	10 • К



Безопасность проекта

9.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	12 • К	13 • К	9 • К	14 • К
10.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	6 • К	4 • К	9 • К	10 • К
11.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	11 • К
12.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	10 • К	8 • К	12 • К	13 • К
13.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
14.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	6 • К	9 • К	10 • К	8 • К
15.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	12 • К
16.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	11 • К	9 • К	12 • К	14 • К
17.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	10 • К	8 • К	9 • К	13 • К
18.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	15 • К	16 • К	14 • К	17 • К
19.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	12 • К	18 • К	16 • К	15 • К
20.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	5 • К	9 • К	10 • К	11 • К
21.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	15 • К	16 • К	12 • К	14 • К
22.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	10 • К	9 • К	8 • К	7 • К
23.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	15 • К	12 • К	11 • К	13 • К
24.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	9 • К	10 • К	11 • К	15 • К
25.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	5 • К	4 • К	6 • К	10 • К
26.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	12 • К	14 • К	11 • К	13 • К
27.	3-й цех	4-й цех	1-й цех	2-й цех	7 • К	8 • К	9 • К	12 • К
28.	4-й цех	1-й цех	2-й цех	3-й цех	13 • К	15 • К	16 • К	14 • К
29.	1-й цех	2-й цех	3-й цех	4-й цех	9 • К	7 • К	8 • К	6 • К
30.	2-й цех	1-й цех	4-й цех	3-й цех	5 • К	6 • К	9 • К	10 • К



Безопасность проекта

31.	3-й цех	2-й цех	1-й цех	4-й цех	15 • К	9 • К	12 • К	14 • К
32.	4-й цех	3-й цех	2-й цех	1-й цех	6 • К	8 • К	7 • К	9 • К

Примечание: К – принимает значение 1,...,5 (указывает преподаватель или самостоятельно).

1 - й цех – кузнечно - прессовый;

2 - й цех – механический;

3 - й цех – сварочный;

4 - й цех – механо-сборочный.



2.4.6. Оценка зон теплового воздействия на промышленные объекты.

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

$$R = 0,282R^* \sqrt{\frac{q^{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} \quad (2.31)$$

где $q^{\text{соб}}$ — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м², (табл. 2.26);

$q_{\text{кр}}$ — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м² (табл. 2.27);

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

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

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

l , h — длина и высота объекта горения, м;

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

**Таблица 2.26. Теплотехнические характеристики материалов и веществ**

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

Таблица 2.27. Критические значения плотностей потока излучения

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

Примечание: ГЖ – горючие жидкости и вещества (мазут, торф, масло и т.п.);

ЛВЖ – легковоспламеняемые жидкости (ацетон, бензол, спирт).

Прогнозируя возможность поражения человека, сооружения и т.п., по формуле (2.31) несложно определить искомое расстояние от очага пожара.

Определим расстояние от очага пожара, возникшего в деревянном здании цеха, имеющего размеры горения 240м на 10м до границы зоны возгорания горючих жидкостей и веществ.



Безопасность проекта

$$R = 0,282R^* \sqrt{\frac{q^{cob}}{q_{кр}}} = 0,282 \cdot \sqrt{240 \cdot 10} \cdot \sqrt{\frac{260}{41}} = 34,83 \text{ м.}$$

Ответ: 1). Граница зоны возгорания горючих жидкостей и веществ находится на расстоянии 34,83 м от горящего деревянного здания.

2). В результате взрыва ТВС возможно возгорание данного производственного объекта.

Задание (10) Оценить безопасную зону теплового воздействия на промышленные объекты и вещества, находящиеся в зоне взрыва ТВС.

Исходные данные для расчета Задания (10):

№ варианта	Характеристика горящего промышленного объекта				Характеристика объекта или вещества подверженного тепловому воздействию
	Деревянное здание		Резервуар с нефтепродуктами		
	Высота, м	Длина, м	Диаметр, м	вещество	
1	8	80	15	ацетон	Безопасное нахождение людей
2	10	90	25	мазут	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
3	12	60	20	нефть	возгорание ГЖ через 3 минуты
4	16	75	16	керосин	возгорание древесины через 5 минут
5	12	100	18	бензин	возгорание древесины через 10 минут
6	10	120	21	бензол	Безопасное нахождение людей



Безопасность проекта

7	9	90	25	ацетон	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
8	2 ¹	85	22	керосин	возгорание ГЖ через 3 минуты
9	10	95	20	мазут	возгорание древесины через 5 минут
10	8	120	12	нефть	возгорание древесины через 10 минут
11	9	110	10	керосин	Безопасное нахождение людей
12	12	90	14	бензин	возгорание ГЖ через 3 минуты
13	8	150	20	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
14	9	130	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
15	10	90	20	бензин	возгорание древесины через 5 минут
16	8	100	15	мазут	возгорание древесины через 10 минут
17	6	120	21	нефть	Безопасное нахождение людей
18	12	90	12	керосин	возгорание древесины через 5 минут
19	10	160	10	бензин	Безопасное нахождение людей
20	15	100	15	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
21	12	140	24	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
22	10	120	22	нефть	возгорание древесины через 5 минут
23	8	140	16	мазут	возгорание древесины через 10 минут
24	9	105	15	нефть	Безопасное нахождение людей
25	10	80	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут



Безопасность проекта

26	12	160	20	бензин	Безопасное нахождение людей
27	10	85	24	бензол	возгорание ЛВЖ через 3 минуты
28	8	100	28	ацетон	возгорание ГЖ через 3 минуты
29	9	140	26	бензол	возгорание древесины через 5 минут
30	10	110	18	керосин	возгорание древесины через 10 минут
31	9	180	16	бензин	Безопасное нахождение людей
32	12	100	20	ацетон	Безопасное нахождение людей

Примечание: К – принимает значение 1,...,5 (задается самостоятельно).



3. ВЫВОДЫ.

Выполнение каждого задания данного раздела должно заканчиваться краткими выводами по его результатам и рекомендациями по улучшению санитарно-гигиенических условий труда, повышению его безопасности либо рекомендациями по ликвидации последствий ЧС, например:

- «Величина каждого загрязняющего вещества не превышает ПДК, однако, суммарное их значение превышает норму в 1,89 раза, поэтому необходимо улучшить систему вентиляции в цехе»;

- «Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной»;

- «В результате взрыва получил среднее разрушение разборочно - комплекточный цех, смертельно поражен 1 чел., слабые разрушения получили электроаппаратный цех и сборочный цех, в которых смертельно поражен 1 чел.; разрушены части стен зданий и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей. Прогнозируется смертельное поражение персонала: погибло 2 человека, раненых – нет»;

- «В результате взрыва ТВС может произойти возгорание одного или нескольких производственных объектов, в этом случае прогнозируются зоны теплового воздействия на персонал объекта и его структурные производственные элементы»;

- «Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы, дегазацию территории завода и рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска»;

- «При выполнении работ использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа в зоне аварии и фильтрующего типа в зоне загрязнения»;

- «Формированием ГО поставлена задача по оказанию первой медицинской помощи персоналу, получившему поражения различной тяжести, предотвращению развития негативных последствий ЧС на предприятии и ликвидации последствий взрывной аварии», ..и так далее...



Безопасность проекта

В завершающей части работы дипломником должны быть сделаны обобщающие выводы о возможном использовании и эффективности предлагаемых решений а также повышении безопасности, связанных с внедрением его разработки или улучшении санитарно-гигиенических условий труда и повышении его безопасности, проанализированных в данном разделе диплома.

Пример оформления раздела дипломной работы (проекта)
«Безопасность проекта»

2. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

2.1. Управление безопасной жизнедеятельностью на предприятии.

Управление безопасностью труда в ОАО «Звезда» осуществляет генеральный директор. В ОАО «Звезда» служба, обеспечивающая безопасностью труда, установлена приказом как отдельное структурное подразделение с непосредственным подчинением генеральному директору.

Отдел охраны труда в ОАО «Звезда» выполняет ряд функций, среди которых представляют интерес следующие:

- выявляет опасные и вредные производственные факторы на рабочих местах;

- оказывает помощь структурным подразделениям в организации и проведении инструментальных измерений параметров опасных и вредных производственных факторов, определении показателей тяжести и напряженности трудового процесса, в оценке травмобезопасности оборудования, приспособлений, в организации аттестации рабочих мест по условиям труда и сертификации работ по охране труда в организации, контролирует их проведение;

- информирует работников о состоянии условий труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о полагающихся мерах защиты от опасных и вредных производственных факторов;

- проводит совместно с представителями соответствующих подразделений организации и с участием уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или трудового коллектива проверки, обследования технического состояния зданий, сооружений, оборудования, машин и механизмов на соответствие их нормативным правовым актам по охране труда, эффективности работы вентиляционных систем, состояния санитарно-технических устройств, санитарно-бытовых помещений, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;

- разрабатывает программы обучения по охране труда работников организации, в том числе ее руководителя и проводит вводный инструктаж по охране труда со всеми вновь принимаемыми на работу (в том числе временно), командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику;

- участвует в работе комиссий по проверке знаний по охране труда у работников предприятия;

В ОАО «Звезда» в управлении безопасностью труда принимают участие ведущие службы и отделы: технический директор (главный инженер),

					Дипломный проект ЗК № 03770						
			П								
Раз-	Иванова			Статистические методы контроля, как фактор повышения качества и эффективности производства (на примере ОАО «Звезда») 80	Л	Л	Листов				
Про-	ФИО					1	22				
Т.					ДГТУ						
Н.											

Схема управления ЧС на предприятии ОАО «Звезда»

На ОАО «Звезда» созданы следующие пункты управления ЧС:

- пункт управления в месте нахождения предприятия, с которого начальник ГО осуществляет управление гражданской обороной до завершения эвакуационных мероприятий или управление силами РСЧС при ликвидации ЧС;
- подвижный пункт управления на транспортном средстве, который можно использовать как вспомогательный при организации аварийно-спасательных работ вблизи очага аварии (катастрофы) или очага поражения.
- пункт управления в загородной зоне, с которого начальник ГО осуществляет управление гражданской обороной после завершения эвакуационных мероприятий в военное время;

Средствами управления при ЧС на ОАО «Звезда» выступают средства связи, оповещения, документы по управлению.

В этих условиях представляется закономерным постоянный контроль со стороны службы, обеспечивающей безопасность труда, за состоянием санитарно-гигиенических показателей воздушной среды рабочих мест.

Улучшение санитарно-гигиенических показателей характеризуется уменьшением содержания в воздухе вредных веществ, улучшением микроклимата, снижением уровня шума и вибрации, инфразвуковых и ультразвуковых колебаний, уровня ионизирующих и электромагнитных излучений, улучшением освещённости и т.д.

Результаты наблюдений и контроля за показателями санитарно-гигиенического состояния рабочих мест приведены в соответствующих таблицах (в виде исходных данных типовых задач):

- оценки загрязнённости воздушной среды рабочего места и способов ее улучшения;
- организация вентиляции;
- оценка освещённости, шума и вибрации;
- организация пожаровзрывобезопасности в рабочем помещении;
- расчет зануления и заземления оборудования;
- оценка влияния электромагнитного излучения на работоспособность персонала.

2.2. Производственная санитария и гигиена труда

Загрязнённость воздуха, его климатические параметры, освещение, шум и вибрация, различные виды излучений и электромагнитных полей оказывают значительное влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

2.2.1. Оценка качества воздушной среды рабочей зоны.

Основными вредностями в помещении являются избыточная углекислота, избыточная теплота, избыточная влага или одновременно избыточная теплота и избыточная влага, газы, пыль. При одновременном выделении в помещении различных вредностей воздухообмен определяют из условия ассимиляции каждой вредности.

Расчетной же вредностью является та, расчет по которой дает наибольшую величину воздухообмена

Задание(1).Определение воздухообмена из условия удаления из поме-

щения углекислоты CO₂ (оценка производительности системы вентиляции и установление режимов ее работы)

Воздухообмен (м³/ч)

$$L = G / (x_2 - x_1)$$

где G — количество углекислоты, выделяющейся в помещении г/ч или л/ч;

x₁ — концентрация CO₂ в наружном приточном воздухе;

x₂ — допустимая концентрация CO₂ в воздухе помещения;

CO₂ является одним из основных видов вредностей, выделяющихся в жилых и общественных зданиях.

Количество выделяемой человеком углекислоты зависит от ряда факторов: возраста людей, характера выполняемой ими работы.

1. Определим воздухообмен L для зала собраний на 200 человек из условия борьбы с CO₂ при следующих данных: количество CO₂, выделяемое одним человеком, — 23 л/ч, допустимое содержание CO₂ в помещении x₂ = 2 л/м³; содержание CO₂ в приточном воздухе x₁ = 0,6 л/м³.

Решение. Применим формулу (2.8):

$$L = 200 * G / (x_2 - x_1) = 200 * 23 / (2 - 0,6) = 3290 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. В помещении для кратковременного пребывания людей собралось 200 человек. Объем помещения V = 1000 м³. Определим, через сколько времени t после начала собрания нужно включить приточно-вытяжную вентиляцию.

Решение. Количество CO₂, выделяющееся в помещении,

$$G = 200 * 23 = 4600 \text{ л/ч}.$$

По формуле (2.7) имеем: $T = V(x_2 - x_1) / G = 1000(2 - 0,6) / 4600 = 0,3$ ч, т. е. вентиляцию можно включить в работу через 20 мин (0,3 ч) после начала собрания.

2.2.3. Производственное освещение

Правильно спроектированное и выбранное производственное освещение снижает зрительное напряжение, утомляемость и, как следствие, способствует снижению травматизма и повышению производительности труда.

Задачей светотехнического расчёта освещения производственного участка является определение:

- мощности ламп для получения заданного освещения при выбранном положении светильника;
- числа светильников известной мощности для получения заданной освещённости;
- расчётной освещённости при известном типе, мощности и расположении светильников.

Например, исходя из табл. 5 [25] с учётом органолептических характеристик работ, соответствующей 4-му разряду (наименьший объём различения детали от 0,5 до 1 мм), на основании СНиП 23–05 — 95 на участке необходимо применить систему комбинированного освещения. Соответственно разряду выполняемых работ имеем контраст объекта различения с фоном «8» (средний), искусственное освещение при комбинированном освещении — 400 лк, при об-

щем — 200 лк.

Освещённость в системе комбинированного освещения Екомб является суммой освещённости от общего и местного освещения $E_{комб} = E_{общ} + E_{мест}$.

Освещённость $E_{общ}$ в системе комбинированного освещения должна соответствовать 10 % от нормы Екомб, при этом наименьшее и наибольшее значение освещённости (лк) для газоразрядных ламп $150 \leq E_{общ} \leq 500$. Коэффициент пульсации КП при освещении помещения газоразрядными лампами не должен превышать 20 % [12, табл.6]. Показатель освещённости в производственных помещениях механических участков не должен превышать 40, отношение максимальной освещённости к минимальной при проектировании общего освещения не должно превышать 1,8.

Согласно перечисленным условиям для общего освещения принимаем схему, при которой светильники с лампами располагаются над рабочими местами.

Задание (2) Расчёт системы общего освещения.

Определим световой поток F и подберем стандартную лампу для общего освещения с помощью метода коэффициента использования.

Дано (вариант 1).

E — нормированная минимальная освещённость — 500 лк (табл. 2.9);

A — ширина помещения — 12 м (табл. 2.9);

B — длина помещения — 18 м (табл. 2.9);

H — высота помещения — 6 м (табл. 2.9);

K — коэффициент запаса — 1,3 (табл. 2.9);

Z — коэффициент неравномерности освещения, его значение для ламп накаливания ДРЛ — 1,15, для люминесцентных ламп — 1,1;

N — число светильников в помещении;

nu — коэффициент использования светового потока ламп (табл.2.8).

Решение

1. Определим величину светового потока лампы F , лм

$$F = \frac{100 \cdot E \cdot S \cdot K \cdot Z}{N \cdot nu}$$

где S — площадь цеха, м².

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

2. Находим общее число светильников N .

Получившиеся нецелые значения N округляем до целых в большую сторону:

$$N = N_{дл} \cdot N_{ш} = 54$$

где $N_{дл}$ — число светильников по длине;

$N_{ш}$ — число светильников по ширине.

$$N_{дл} = B/L = 18/2 = 9;$$

$$N_{ш} = A/L = 12/2 = 6.$$

3. Находим расстояние между соседними светильниками (или их рядами) (L)

$$L = \lambda \cdot h = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}$$

где λ — выбирается из табл. 2.9;

h — высота установки светильника над рабочей поверхностью, м;

4. Высота установки светильника h вычисляется по формуле

$$h = H - h_{св} - h_{р.п.} = 6 - 0,5 - 1,5 = 4 \text{ м}$$

где $h_{св}$ — высота свеса светильника, м (табл. 2.9);

$h_{р.п.}$ — высота рабочей поверхности, м (табл. 2.9).

5. Находим индекс помещения

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

Коэффициент использования светового потока (η) находится по табл. 2.8 в зависимости от коэффициента отражения стен R_c и потолка R_p (табл. 2.9) и индекса помещения, i . Получившиеся нецелые значения i округлить до целых в большую сторону.

Подсчитав по формуле (2.5) световой поток лампы F по табл. 2.5, 2.6 подобрать ближайшую стандартную лампу и определяют электрическую мощность всей осветительной установки. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до -10% и $+20\%$, в противном случае выбирают другую схему расположения светильников.

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

Ответ. Расчетный световой поток равен 5017,5 лм.

Выбираем лампу ЛБ 80 со световым потоком 5220 лм.

2.2.4. Оценка уровня шума производственных помещений

Во многих производственных помещениях шум нередко превышает допустимые значения. Нормируемые параметры шума определены ГОСТ 12.1.003 — 76 ССБТ. Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА).

Задание (3) Определить, превышает ли шум допустимое значение на производственном участке. Приблизённо октавный осреднённый уровень шума, вызванного несколькими единицами оборудования на небольшой площади, можно рассчитать с помощью простых правил энергетического суммирования:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \right),$$

где L_i — уровень шума единицы оборудования участка;

n — количество единиц оборудования.

Превышение уровня над допустимым определяется как

$$\Delta L = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}}$$

где $L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень шума.

Металлообрабатывающее оборудование, как правило, создает наибольший шум в октавных полосах 1000, 2000 Гц.

Значения рассчитанного уровня шума, с учетом данных таб.2.11 сравниваются с допустимыми из таб.2.10.

Дано (вариант 1). Участок имеет три единицы оборудования с величинами уровней L_1, L_2, L_3 на частотах 1000 и 2000 Гц.

Таблица 2.11

Окт. полосы ча-	1000	2000

стот		
1. L_1 , дБ	85	82
2. L_2 , дБ	88	84
3. L_3 , дБ	86	82

Решение: $L_{\text{сум}1000} = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 85} + 10^{0,1 \cdot 88} + 10^{0,1 \cdot 86}) = 92 \text{ дБ}$;

$L_{\text{сум}500} = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 82} + 10^{0,1 \cdot 84} + 10^{0,1 \cdot 82}) = 87 \text{ дБ}$.

Ответ:

Окт. полосы ча- стот	1000	2000
1. L_1 , дБ	85	82
2. L_2 , дБ	88	84
3. L_3 , дБ	86	82
$L_{\text{сум}}$, дБ	92	87
$L_{\text{доп}}$, дБ	80	78
ΔL , дБ	12	9

В данном случае:

- 1). Значения уровня шума превышают допустимые.
- 2). Необходимо принимать меры для снижения уровня шума (указать, какие именно можно использовать).

2.3. Безопасность работы на компьютере в условиях неблагоприятного воздействия физических факторов на человека.

2.3.1. Средства защиты от поражения электрическим током

Основные средства защиты от поражения электрическим током являются изоляция и недоступность токоведущих частей, защитное заземление и зануление, защитное отключение, блокировка, малое напряжение, организация безопасной эксплуатации электроустановок а также использование средств индивидуальной защиты.

Главная характеристика изоляции — сопротивление, во время работы электрооборудования состояние электроизоляции ухудшается вследствие нагрева, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей природной среды. Состояние изоляции характеризуется сопротивлением току утечки. Согласно «Правилам устройства электрооборудования» (ПУЭ) сопротивление изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В должно быть не меньше 0,5 МОм. На работающем оборудовании проводится эксплуатационный контроль изоляции электротехническим персоналом в установленные сроки с помощью мегомметров.

При выборе защиты от поражения электрическим током заземлением или занулением обязательно необходимо знать режим нейтрали вторичной обмотки питающего участка трансформатора на подстанции — при изолированной нейтрали применяется заземление, при глухозаземлённой нейтрали — зануление.

Конструктивно зануление выполняется путём присоединения корпуса к нулевому проводу, который проходит внутри цеха и присоединяется к нейтрали вторичной обмотки питающего трансформатора на подстанции. При пробое изоляции ток короткого замыкания по нулевому проводу возвращается в нейтраль и по фазным проводам — на автоматический выключатель устройства, на котором произошло короткое замыкание, и разрывает цепь питания. Важно, чтобы ток вставки автомата не превышал 1,2 — 1,3 номинального тока повреждённого электродвигателя, иначе автомат может не отключиться, что приведет к человеческим жертвам.

Недопустимо в режиме глухозаземлённой нейтрали применение заземления вместо зануления, поскольку в этом случае ток короткого замыкания уменьшается в разы и автомат не отключит повреждённое электрооборудование и на его корпусе будет длительное время сохраняться опасное напряжение.

Задание (4) Рассчитать систему зануления.

Пример расчета. Дано (вариант 1 из таб. 2.12). k , (коэффициент надежности)=3; $P_{\text{Э}}$, (мощность электродвигателя)=15·10³ Вт; ℓ , (длина провода в пределах участка)=50 м; $U_{\text{ф}}$, (фазное напряжение)=220 В; D , (диаметр провода в подводящем кабеле)=6·10⁻³ м; $r_{\text{пров}}$, (удельное сопротивление алюминиевого проводника)= 2,53·10⁻⁸ Ом·м; $r_{\text{ст}}$, (удельное сопротивление стали)=1·10⁻⁷ Ом·м; нулевой проводник – труба.

Решение.

1. Определяем номинальный ток электродвигателя

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{Э}}}{3U_{\text{ф}}} = \frac{15 \cdot 10^3}{3 \cdot 220} \approx 22,7 \text{ А,}$$

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

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

2. Рассчитываем активное сопротивление алюминиевых проводов

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

где $S = \pi D^2 / 4 = (3,14 \cdot 36 \cdot 10^{-6}) / 4 \approx 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ — площадь сечения кабеля, м^2 .

3. Вычисляем активное сопротивление нулевого проводника

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

4. Рассчитываем площадь поперечного сечения трубы

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

5. Определяем сопротивление взаимной индукции между проводами

$$X_{\text{II}} = \omega \mu_0 \ell / \pi \ln(2\delta/D) = \frac{314 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50}{\pi} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}}\right) = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ом,}$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ — абсолютная магнитная проницаемость вакуума, Гн/м ;

δ — расстояние между проводами ($\approx 5 \text{ мм}$), м ;

$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}$ — циклическая частота.

6. Вычисляем полное сопротивление петли «фаза-нуль»

$$Z_{\text{II}} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{\text{н}})^2 + X_{\text{II}}^2} = \sqrt{(0,045 + 1,34)^2 + (3,2 \cdot 10^{-3})^2} = 1,39 \text{ Ом.} \quad (2.33)$$

7. Определяем ток короткого замыкания

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\text{T}} / 3 + Z_{\text{II}}} = \frac{220}{1,037 + 1,39} = 90,65 \text{ А.}$$

8. Определяем соответствие условию $I_{\text{к.з.}} \geq k I_{\text{н}}$; $90,65 \geq 3 \cdot 22,7$.

Ответ. Принимаемая система зануления удовлетворяет условию $90,65 \geq 3 \cdot 22,7$.

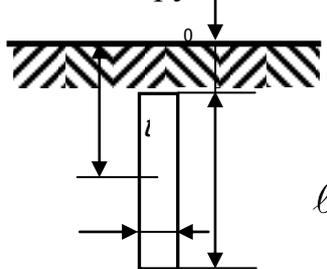
Если условие не выполняется, то оборудование нельзя будет использовать, в виду частого ложного срабатывания автомата.

Задание (5) Рассчитать систему заземления.

Дано (вариант 1 из таб. 2.17, 2.18 и 2.19). $\ell = 0,5 \text{ м}$; $t = 1,5 \text{ м}$; $d = 0,1 \text{ м}$; $\rho = 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $R_{\text{доп}} = 4,0 \text{ Ом}$; $z = 5,0 \text{ м}$; $K_{\text{с}} = 1,75$.

Решение.

Для вычисления сопротивления системы заземления в однородном грунте принимаем заземлитель — стержневой круглого сечения (трубчатый) в земле.



1. Определяем сопротивление одиночного заземлителя.

$$R=0,366 \frac{\rho}{\ell} \left(\lg \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+\ell}{4t-\ell} \right) = 0,366 \frac{20}{0,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 0,5}{0,1} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,5 + 0,5}{4 \cdot 1,5 - 0,5} \right) = 15,17 \text{ Ом}$$

С учетом коэффициента сезонности определяется сопротивление заземлителя в наиболее тяжелых условиях

$$R1=R \cdot Kc=15,17 \cdot 1,75=26,55 \text{ Ом.}$$

где Kc – коэффициент сезонности (принимая в качестве расчетной наиболее неблагоприятную величину). $Kc=1,75$.

2. Определяем требуемое количество заземлителей с учетом явления взаимного экранирования $R_{доп.}=4 \text{ Ом}$.

$$n = \frac{R^1}{R_{доп}} = \frac{26,55}{4} = 6,64 \approx 7 \text{ шт.}$$

3. Рассчитаем сопротивление соединительной полосы

$$Rn=0,366 \frac{\rho}{5,71} \lg \frac{2\ell_{пол.}^2}{bh} = 0,366 \frac{20}{5,71} \lg \frac{2 \cdot 29,60^2}{0,04 \cdot 0,5} = 5,56 \text{ Ом}$$

где b – ширина полосы, м; $b=0,04$ м; h – глубина заложения полосы, м; $h=0,5$ м.

4. Рассчитываем длину полосы в ряд $\ell_{пол.}=1,05z(n-1)$.
 $\ell_{пол.}=1,05 \cdot 5 \cdot 6=29,60 \text{ м}$.

5. С учетом коэффициента сезонности определяется сопротивление полосы в наиболее тяжелых условиях

$$R1n=Rn \cdot Kc=5,56 \cdot 1,75=9,73 \text{ Ом}$$

6. Сопротивление заземления с учетом проводимости соединительной полосы определяется по формуле

$$R3 = \frac{R^1 R_n^1}{R^1 \eta_{п} + n \eta_{ТР} R_n^1} = \frac{26,55 \cdot 9,73}{26,55 \cdot 0,55 + 7 \cdot 0,76 \cdot 9,73} \approx 3,27$$

где $\eta_{ТР}$ – коэффициент использования труб (табл. 4.18);

$\eta_{п}$ – коэффициент использования соединительной полосы (табл. 2.15).

Ответ. Система заземления включает 7 одиночных заземлителей, объединённых соединительной полосой. Сопротивление заземляющего контура составляет – 3,27 Ом.

2.3.2 Средства защиты и оценка уровня ЭМИ вычислительной техники.

Рассматривая неблагоприятное воздействие компьютера на человека выделяют две группы вредных факторов.

Первая включает физические факторы, в том числе электромагнитные и электростатические поля, температурно-влажностные и иные параметры систем кондиционирования и др.

Вторая группа охватывает аспекты организации труда, эргономики рабочих мест и психологические факторы.

Так, измерение физических факторов показало, что в помещениях с электронно-вычислительной техникой в наибольшей степени от нормативных уровней обычно отличаются температура воздуха, электромагнитные поля, концентрация ионов, освещенность рабочего места, включая экраны мониторов.

Главную опасность для пользователей представляют электромагнитное излучение монитора в диапазоне частот 20 Гц - 300 МГц и статический электрический заряд на экране. Уровень этих полей в зоне размещения пользователя

обычно превышает биологически опасный уровень.

Электромагнитное излучение распространяется во всех направлениях и оказывает воздействие не только на пользователя, но и на окружающих (до 5 м от монитора).

Таблица. Основные риски ИТ и меры по их снижению

Факторы рисков	Причины рисков	Меры по уменьшению рисков
Поражение электрическим током	Высокие токи (более 0,5 мА); высокое напряжение (более 42 В переменного тока или более 60 В постоянного тока); пробой изоляции; недостаточное защитное заземление	Защитные кожухи; защитные блокировки; двойная изоляция; механическая и электрическая прочность изоляции; эффективное защитное заземление
Энергетическая опасность	Короткое замыкание в электрических цепях	Разделение электрических цепей; защитная блокировка
Огнеопасность	Пробой изоляции; нарушение контакта в электрических соединениях; повышение температуры компонентов	Защита от перегрузки по току; применение соответствующих материалов; огнестойкие преграды
Тепловая опасность	Высокая температура; воспламенение	Ограничение рабочих температур; маркировка опасных мест
Механическая опасность	Неустойчивое положение; осколки, возникающие при разрушении	Фиксация; взрывобезопасные компоненты
Опасность излучения	Нормальная или нештатная работа оборудования	Ограничение энергетических уровней источников излучений; экранирование излучения; маркировка опасных мест
Химическая опасность	Нормальная или нештатная работа оборудования	Применение соответствующих материалов; ограничение рабочих температур; маркировка опасных мест

На этом фоне проблема электромагнитного излучения ПК, то есть влияние компьютеров на организм человека, встает достаточно остро ввиду нескольких причин:

- компьютер имеет сразу два источника электромагнитного излучения (монитор и системный блок). Пользователь ПК лишен возможности работать на безопасном расстоянии;

- длительность времени воздействия компьютера на современных пользователей может составлять более 12 часов, при официальных нормах, запрещающих работать на компьютере более 6 часов в день (ведь помимо рабочего дня человек часто сидит за ЭВМ по вечерам пытаясь, например, узнать как создать свой сайт бесплатно).

Согласно последним исследованиям человеческий организм наиболее чувствителен к электромагнитному полю, находящемуся на частотах 40 - 70 ГГц, так как длины волн на этих частотах соизмеримы с размерами клеток и достаточно незначительного уровня электромагнитного поля, чтоб нанести существенный урон здоровью человека.

Отличительной же особенностью современных компьютеров является увеличение рабочих частот центрального процессора и периферийных устройств, а также повышение потребляемой мощности до 400 – 500 Вт. В результате этого уровень излучения системного блока на частотах 40 - 70 ГГц за последние 2 - 3 года увеличился в тысячи раз и стал намного более серьезной проблемой, чем излучение монитора.

Работа персональных компьютеров приводит к ухудшению аэроионного состава воздуха (уменьшается количество легких аэроионов, увеличивается количество тяжелых). Головная боль через 2 ч после начала рабочего дня чаще всего бывает из-за недостатка легких аэроионов. Более 95 % обследованных помещений с компьютерами имеет недостаток легких аэроионов.

Помимо специальных мер улучшения аэроионного состава воздуха в помещении есть и простые решения: свежий воздух, больше влажности, колючки кактуса могут работать как ионизатор пассивного типа.

Проведенные в недавнем времени исследования подтвердили, что торсионная (информационная) компонента электромагнитных излучений мониторов персональных компьютеров (телевизоров, прочей электронной техники) является основным фактором негативного воздействия на здоровье человека.

Задание (6) Расчет электромагнитных излучений в производственных помещениях.

Задача 1. Оценка уровня ЭМИ. Сравнить напряженность магнитного поля с нормативными данными (табл.2.17) и сделать вывод о степени опасности излучения.

Дано (Вариант 1): радиус кольца с током $R = 0,5$ м, расстояние от плоскости кольца до точки на оси кольца $a = 0,2$ м, сила тока $I = 150$ А.

Найти напряженность H и индукцию B магнитного поля.

При расчете напряженности (H) и величины магнитной индукции (B), необходимые исходные данные выбираются из таблицы 2.18, согласно номеру по списку в журнале.

Вычисляем напряженность магнитного поля, подставляя в формулу (2.25) значения величин из исходных данных:

$$H = \frac{R^2 \cdot I}{2(R^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{0,5^2 \cdot 150}{2(0,5^2 + 0,2^2)^{3/2}} = 120,06 \text{ А/м.}$$

Подставляя в формулу (4.26) заданные параметры, находим индукцию:
 $\mu = 1$ в данном примере среда – вакуум или воздух .

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ - магнитная постоянная.

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H = 1 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 120,06 = 0,00015 \text{ Тл.}$$

Сравнить напряженность магнитного поля с нормативными данными (табл.2.17) и сделать вывод о степени опасности излучения.

Задача 2. Оценка радиуса зоны индукции ЭМИ.

Обычно типовые расчеты электромагнитных полей начинают с определения длины волны данного излучения, при этом значение f , кГц задано в таблице 2.18

Формула взаимосвязи длины волны и частоты ЭМИ:

$\lambda = C_0 T = \frac{C_0}{f}$, где $C_0 = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения световых и любых электромагнитных волн в вакууме; T – период одного электромагнитного колебания поля.

В качестве примера вычислим длину волны любительского УКВ – радиодиапазона с частотой $f = 28 \text{ МГц} = 28 \cdot 10^6 \text{ Гц}$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{28 \cdot 10^6} \approx 10 \text{ м.}$$

Рассчитаем радиус ближней зоны (зоны индукции) для полученной длины волны

$$R = \frac{\lambda}{2\pi} \approx \frac{\lambda}{6} = \frac{10}{2 \cdot 3,14} = 1,59 \text{ м}$$

, где электромагнитное поле характеризуется электрической составляющей E (В/м).

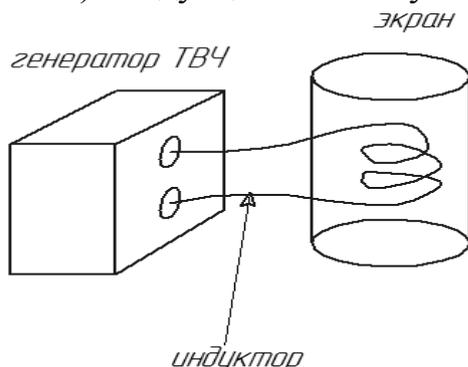
Таким образом, радиус ближней зоны - $R \leq 1,59 \text{ м}$.

Задача 3. Оценим эффективность (\mathcal{E}) экранирования индукторов.

Ослабление ЭМИ возможно осуществить различными способами:

- временем пребывания в среде ЭМИ;
- уровнем ЭМИ;
- расстоянием;
- экранированием излучателя, его эффективность и оценим.

а) Индукционная катушка:

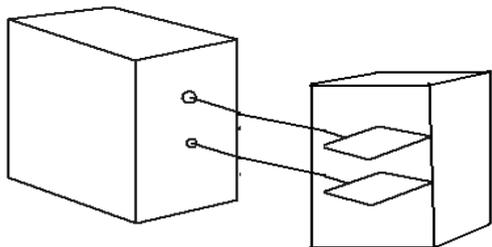


$\mathcal{E} = e^{3,6l/D}$, где l – высота цилиндра над и под катушкой,
 D - диаметр цилиндрического экрана,
 e – основание натурального логарифма $e = 2,7$.

Например: для случая $l = 20$ см, $D = 15$ см получим

$$\mathcal{E} = e^{3,6 \cdot 20/15} = 121,5 \text{ раз.}$$

б) Индуктор в виде конденсатора:
генератор ТВЧ



$\mathcal{E} = e^{\pi l/a}$, где l, a – линейные размеры экрана в виде параллелепипеда.

Например: $l = 15$ см, $a = 20$ см получим

$$\mathcal{E} = e^{3,14 \cdot 15/20} = 10,5 \text{ раз.}$$

Задача 4. Оценим допустимое время пребывания персонала в электриче-

ских полях промышленной частоты 50 Гц в часах.

$$T_{\text{доп}} = \left[\left(\frac{50}{E} \right) - 2 \right];$$

При $E = 25$ кВт/м, $T_{\text{доп}} = \left[\left(\frac{50}{25} \right) - 2 \right] = 0;$

-- но это недопустимо, т.е. в таких условиях организация труда не соответствует нормативным требованиям, в этом случае необходимо уменьшить напряженность электрического поля каким-либо путем (выбрать и предложить, каким именно, - организационным или конструктивным), например, уменьшив E до величины $E = 2,5$ кВт/м, получим

$$T_{\text{доп}} = \left[\left(\frac{50}{2,5} \right) - 2 \right] = 20 - 2 = 18 \text{ час;}$$

Этот результат позволяет организовать работу в режиме - 3 смены по 6 часов.

2.3.3. Пожарная безопасность.

Для оценки пожарной опасности технологического процесса необходимо установить, какие огнеопасные вещества или смеси используются, получают или могут образоваться в процессе производства внутри технологического оборудования, при каких условиях и по каким причинам они могут оказаться вне их.

Задание (7) Провести категорирование здания (помещения) по пожароопасности и предложить меры по его противопожарной защите (выбрать количество и тип средств пожаротушения, используя рекомендации методических указаний и таб.2.19 и 2.20).

2.4. Обеспечение безопасности в ЧС на производственных объектах.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) это обстановка, сложившаяся на определённой территории в результате опасного природного явления (стихийного бедствия) или опасного техногенного происшествия (крупной производственной аварии), характеризующаяся действием одного или нескольких поражающих факторов.

Техногенными источниками ЧС на объектах машиностроения могут быть химические аварии, взрывы топливовоздушных смесей, пожары.

В результате аварии на химически опасном производстве может произойти нарушение технологических процессов связанных с повреждением трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу аварийно химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в количествах, в которых они могут вызывать поражение людей, животных, а также химическое заражение воды, почвы и т.п. При этом образуется зона химического загрязнения – территория, в пределах которой в приземном слое воздуха содержатся АХОВ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени. Ее размеры определяются методом прогнозирования, а затем уточняются по данным разведки.

При оценке химической обстановки на производственном объекте методом предварительного прогноза основными задачами являются:

Определение возможных поражений персонала и населения, потребного состава сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах химического загрязнения.

Определение количества зараженного персонала, оборудования, транспорта и других материальных средств, требующих проведения работ по дегазации и санитарной обработки.

Определение стойкости (времени самоиспарения и понижения токсичности) АХОВ.

Определение времени подхода облака воздуха, зараженного АХОВ к определенному рубежу (объекту).

Успех защиты людей от возможного поражения зависит от готовности сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), способности объектовых и территориальных аварийно-спасательных формирований быстро организовать и провести спасательные и другие неотложные работы.

2.4.1 Оценка химической обстановки при аварии с выбросом АХОВ.

Задание (8) Определить глубину распространения облако АХОВ при аварийном выбросе его на химически опасном объекте при полном разрушении хранилища химически опасного объекта и ожидаемые поражения персонала объекта, их структуру.

Определим глубину распространения облака АХОВ при разрушении хранилища химически опасного объекта или выбросе определенного количества АХОВ при следующих исходных данных:

– наименование и количество используемых в производстве или хранения (складирования) АХОВ, например: хлор – 5 т; аммиак – 10 т; окись этилена – 5 т; сероводород – 1 т.

Все вещества хранятся на складе сырья в металлических резервуарах в жидкой фазе под давлением, метеоусловия: $T_{п} = T_{в} = 15^{\circ}C$ – изотермия; скорость

ветра на высоте 10 метров, $V_{10} = 5$ м/с.

Решение

1. Вычисляем эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха при разрушении всех емкостей хранения АХОВ при их свободном разливе.

В случае полного разрушения химически опасного объекта расчет эквивалентного количества АХОВ в облаке определяется зависимостью:

$$Q_3 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} // \frac{Q_i}{d_i},$$

где d_i – плотность i -го АХОВ, т/м³ ;

Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, т;

K_{ji} – j коэффициенты для i -го АХОВ из таб.2.21;

n – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

В результате эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха составит:

$$Q_3 = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot (0,052 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{5}{1,553} + 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{10}{0,681} + 0,041 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot \frac{5}{0,882} + 0,042 \cdot 0,036 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{0,964}) =$$

$$= 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot (0,167 + 0,015 + 0,06 + 0,002) = 20 \cdot 1,67 \cdot 0,23 \cdot 32,58 = 1,874 \text{ т.}$$

2. Вычисляем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива и понижения токсичности). h – толщина слоя разлитого АХОВ на поверхности (равен 0,05).

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}$$

хлор – $T_1 = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,89 \approx 1 \text{ ч,}$

аммиак – $T_2 = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,82 \approx 1 \text{ ч,}$

окись этилена – $T_3 = \frac{0,05 \cdot 0,882}{0,041 \cdot 1,67 \cdot 0,93} = 0,69 \approx 1 \text{ ч,}$

сероводород – $T_4 = \frac{0,05 \cdot 0,964}{0,042 \cdot 1,67 \cdot 1,0} = 0,69 \approx 1 \text{ ч.}$

По табл.2.22, а также используя формулы линейного интерполирования, вычисляем глубину зоны возможного загрязнения АХОВ:

$$\Gamma_x = \Gamma_m + \frac{\Gamma_6 - \Gamma_m}{Q_6 - Q_m} (Q_x - Q_m)$$

$$\partial_\Sigma = 1,68 + \frac{2,91 - 1,68}{3 - 1} \cdot (2 - 1) = 2,3 \text{ км}$$

Общая глубина распространения зараженного воздуха составит – $\Gamma = 2,3$ км.

Задание (9) (по п.п.2.4.2-2.4.5). Оценить инженерное состояние промышленных зданий, оказавшихся в зоне разрушений при аварийном взрыве ТВС. Определить характер разрушений промышленных объектов в результате ЧС и характер поражения персонала (согласно варианту исходных данных).

2.4.2. Прогноз количества пораженного персонала при химическом

взрыве.

Прогнозируемое количество людей получивших химические поражения определяется как:

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}},$$

где $N_{\text{раб}}$ – количество людей в опасной зоне;

$K_{\text{пор}}$ – коэффициент химического поражения (табл. 2.21).

Например: в зоне загрязнения оказалось 110 чел., обеспеченность противогАЗами 75%, тогда

$$N_{\text{пор}} = N_{\text{раб}} \cdot K_{\text{пор}} = 110 \text{ чел.} \cdot 0,1 = 11 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{см}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,35 = 3,85 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{т и ср}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{т и ср}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,4 = 4,4 = 4 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{легк}} = N_{\text{пор}} \cdot K_{\text{легк}} = 11 \text{ чел.} \cdot 0,25 = 2,75 = 3 \text{ чел.}$$

Вывод: 1). ЧС, сложившаяся на предприятии после химической аварии носит муниципальный характер, т.к. выходит за границу территории завода, количество пострадавших людей превышает 10 чел., вид чрезвычайной ситуации - техногенный.

2). Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы, дегазацию территории завода и рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска.

3). При выполнении работ необходимо использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа в зоне аварии и фильтрующего типа в - зоне загрязнения.

2.4.3. Оценка инженерной обстановки при аварийных взрывах

При оценке инженерной обстановки определяются:

- масштаб и степень разрушений;
- объем инженерных работ;
- влияние разрушений на устойчивость работы отдельных элементов объекта и организации в целом, а также жизнедеятельность проживаемого рядом населения.

Наиболее опасными являются взрывные явления при запроектных (не определенных эксплуатационно-технической документацией) авариях.

2.4.4. Оценка масштабов ЧС на предприятии при взрыве ТВС (топливо-воздушных смесей) методом предварительного прогноза.

В качестве явлений, инициирующих ЧС взрывом на промышленном объекте, рассматриваются:

- детонация облака топливо-воздушной смеси (ТВС);
- дефлаграция облака ТВС.

В качестве веществ, способных к образованию топливовоздушных смесей, рассматриваются:

- сжиженные природные и нефтяные газы;
- жидкие топлива;
- другие взрывоопасные вещества.

В качестве показателей последствий взрывных явлений на промышленном объекте вследствие действия воздушной ударной волны (ВУВ) и фрагментов разрушенных конструкций, образующейся в результате взрыва ТВС приняты:

- для людей – количество человек, получивших поражение, при условии их открытого нахождения на местности, в зданиях и сооружениях;
- для окружающей место аварии застройки – степени разрушения зданий и сооружений промышленной и непромышленной зоны.

Полное разрушение – разрушение, обрушение всех элементов зданий и сооружений (включая подвалы).

Сильная степень разрушений зданий и сооружений – разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов – производственные здания.

Средняя степень разрушений зданий и сооружений – разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений) перекрытия, как правило, не разрушаются, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта производственные объекты.

Слабая степень разрушения зданий и сооружений – разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи полностью сохраняются и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

Полное разрушение – разрушение, обрушение всех элементов зданий и сооружений (включая подвалы).

Сильная степень разрушений зданий и сооружений – разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов – производственные здания.

Средняя степень разрушений зданий и сооружений – разрушение главным образом второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений) перекрытия, как правило, не разрушаются, часть помещений пригодна для использования после расчистки от обломков и проведения ремонта производственные объекты.

Слабая степень разрушения зданий и сооружений – разрушение оконных и дверных заполнений и перегородок. Подвалы и нижние этажи полностью сохраняются и пригодны для временного использования после уборки мусора и заделки проемов.

2.4.5. Оценка количества пораженного персонала в производственных зданиях при взрыве ТВС методом предварительного прогнозирования.

Определим возможное количество пораженных по формуле:

$$N_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n n_i \left(1 - \frac{P_i}{100\%} \right), \quad (2.30)$$

где n_i – количество работающих людей в здании;

P_i – вероятность выживания людей:

$P_{\text{полн.раз.}} = 40\%$,

$P_{\text{сил.раз.}} = 90\%$,

$P_{\text{ср.раз.}} = 94\%$,

$P_{\text{сл.раз.}} = 98\%$.

Например: В одном из зданий, попавших в зону средних разрушений, находились 15 человек, а в другом здании - в зоне слабых разрушений, находились 30 человек.

В этом случае можно прогнозировать следующее количество пораженных:

$N_{\text{ср.}} = 15 \text{ чел.} \cdot (1 - 94/100) = (15 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,94) = 1 \text{ человек.}$

$N_{\text{сл.}} = (20 \text{ чел.}) \cdot (1 - 98/100) + (30 \text{ чел.}) \cdot (1 - 0,98) = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ человек.}$

Прогнозируем структуру поражений:

60% – смертельные поражения.

40% – санитарные поражения.

$N_{\text{смер.ср.}} = 1 \cdot 0,6 = 1 \text{ человек.}$

$N_{\text{смер.сл.}} = 1 \cdot 0,6 = 1 \text{ человек.}$

$N_{\text{общ.смер.}} = 2 \text{ человека.}$

$N_{\text{сан.ср.}} = 1 \cdot 0,4 = 0 \text{ человек.}$

$N_{\text{сан.сл.}} = 1 \cdot 0,4 = 0 \text{ человек.}$

$N_{\text{общ.сан.}} = 0 \text{ человек.}$

Прогнозируем число пострадавших, оказавшихся в завалах по формуле:

$N_{\text{зав.}} = N_{\text{пол.р}} + 0,3 N_{\text{сил.р}} = 0 + 0,3 \cdot 0 = 0 \text{ человек.}$

Полученные результаты сопоставляем с данными таб.2.25 (Оценочные последствия поражения людей в поврежденных производственных зданиях при аварийном взрыве ТВС).

Вывод: Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной.

В результате взрыва:

-получил среднее разрушение разборочно-комплектовочный цех, смертельно поражен 1 чел.,

- слабые разрушения получили электроаппаратный цех и сборочный цех, в которых смертельно поражен 1 чел.;

- разрушены части стен зданий и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей.

Прогнозируется смертельное поражение персонала: погибло 2 человека, раненых – нет.

В результате взрыва ТВС может произойти возгорание одного или не-

скольких производственных объектов, в этом случае прогнозируются зоны теплового воздействия на персонал объекта и его структурные производственные элементы (производственные, складские, административного или социального назначения).

2.4.6. Оценка зон теплового воздействия на промышленные объекты.

Задание (10) Оценить безопасную зону теплового воздействия на промышленные объекты и вещества, находящиеся в зоне взрыва ТВС.

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

$$R = 0,282R^* \sqrt{\frac{q_{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} \quad (2.31)$$

где $q_{\text{соб}}$ — плотность потока собственного излучения пламени пожара, кВт/м², (табл. 2.26);

$q_{\text{кр}}$ — критическая плотность потока излучения пламени пожара, падающего на облучаемую поверхность и приводящую к тем или иным последствиям, кВт/м² (табл. 2.27);

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

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

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

l, h — длина и высота объекта горения, м;

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

Прогнозируя возможность поражения человека, сооружения и т.п., по формуле (2.31) несложно определить искомое расстояние от очага пожара.

Определим расстояние от очага пожара, возникшего в деревянном здании цеха, имеющего размеры горения 240м на 10м до границы зоны возгорания горючих жидкостей и веществ.

$$R = 0,282R^* \sqrt{\frac{q_{\text{соб}}}{q_{\text{кр}}}} = 0,282 \cdot \sqrt{240 \cdot 10} \cdot \sqrt{\frac{260}{41}} = 34,83 \text{ м.}$$

Ответ:

1). Граница зоны возгорания горючих жидкостей и веществ находится на расстоянии 34,83 м от горящего деревянного здания.

2). В результате взрыва ТВС возможно возгорание данного производственного объекта.

3. Выводы.

Выполнение каждого задания данного раздела должно заканчиваться краткими выводами по его результатам и рекомендациями по улучшению санитарно-гигиенических условий труда, повышению его безопасности либо рекомендациями по ликвидации последствий ЧС, например:

- «Для улучшения санитарно-гигиенических показателей в помещении необходимо иметь систему вытяжной вентиляции и в зависимости от нагрузки на помещение требуется регулирование режима работы вентиляции»:

- «Чрезвычайная ситуация, возникшая в результате аварийного взрыва на

территории завода является по виду – техногенная, по масштабу – локальной»;

- «В результате взрыва получил среднее разрушение разборочно-комплектовочный цех, смертельно поражен 1 чел., слабые разрушения получили электроаппаратный цех и сборочный цех, в которых смертельно поражен 1 чел.; разрушены части стен зданий и перекрытий верхних этажей, образовались трещины в стенах, деформировались перекрытия нижних этажей. Прогнозируется смертельное поражение персонала: погибло 2 человека, раненых – нет»;

- «В результате взрыва ТВС может произойти возгорание одного или нескольких производственных объектов, в этом случае прогнозируются зоны теплового воздействия на персонал объекта и его структурные производственные элементы»;

- «Для ликвидации последствий аварии необходимо немедленно провести спасательные работы, дегазацию территории завода и рабочих мест, оповестить население, проживающее в зоне риска»;

- «При выполнении работ использовать СИЗ органов дыхания изолирующего типа в зоне аварии и фильтрующего типа в - зоне загрязнения»;

- «Формированиям ГО поставлена задача по оказанию первой медицинской помощи персоналу, получившему поражения различной тяжести, предотвращению развития негативных последствий ЧС на предприятии и ликвидации последствий взрывной аварии», ..и так далее...

В завершающей части работы дипломником должны быть сделаны обобщающие выводы о возможном использовании и эффективности предлагаемых решений а также повышении безопасности, связанных с внедрением его разработки или улучшении санитарно-гигиенических условий труда и повышении его безопасности, проанализированных в данном разделе диплома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко В.И. Компьютерные программы по безопасности жизнедеятельности, безопасности технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов / Рост.гос. акад. с.-х. машиностроения. — Ростов н/Д, 2006. — 94 с.
2. ГОСТ 12.0.003 — 74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М., 1974.
3. ГОСТ 17.0.01 — 76. Основные положения охраны окружающей среды. М., 1976.
4. ГОСТ 17.1.01 — 77. Гидросфера, использование и охрана вод. Основные термины и определения. М., 1977.
5. ГОСТ 17.2.1.02 — 76. Атмосфера, Выброс вредных веществ автомобилями, тракторами и двигателями. Термины и определения. М., 1976.
6. ГОСТ 17.2.1.01 — 76. Атмосфера. Классификация выбросов по составу. М., 1976.
7. ГОСТ 17.2.3.01 — 77. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов. М., 1977.
8. Василенко В.И. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Новочерк. гос. техн. ун-т. — Новочеркасск, НГТУ, 1996. — 132 с.
9. СанПиН 2.2.4.548 — 96, 01.10.96, ГК СЭН России. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
10. Р 2.2.013 — 94, 12.07.94, ГК СЭН. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса.
11. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: изд-во ДЕАН, 2001.— 320 с.
12. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов/ Под общ. ред. С.В. Белова. М., Внеш. ок., 1999.
13. Безопасность жизнедеятельности: Безопасность технологических процессов и производств. В 2 ч. Ч.1. Охрана труда на предприятии: Учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. проф. В.Л. Гапонова. — РГАСХМ, Ростов н/Д, 2000. — 261 с.
14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: Учеб. пособие для вузов / И.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных и др. — М.: Высш. шк., 1999. — 318 с.
15. Безопасность жизнедеятельности. Ч.3. Чрезвычайные ситуации: Учеб. пособие / Под ред. А.В. Непомнящего, Г.П. Шилякина. Таганрог: Таг. гос. радиотехн. ун-т., 1994. — 384 с.
16. Безопасность технологических процессов и производств. Расчёты: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. В.Л. Гапонова. — Рост. гос. акад. с.-х. машиностроения, Ростов н/Д, 2005. — 128 с.
17. ГОСТ 12.2.003 — 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
18. ГОСТ 12.2.009 — 80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.
19. ГОСТ 12.2.017 — 93 ССБТ. Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности.

20. ГОСТ 12.2.072 — 82 ССБТ. Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности.
21. ГОСТ 12.3.003 — 75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.3.003 — 86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности.
23. ГОСТ 12.3.025 — 80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.
24. ГОСТ 12.4.011 — 89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
25. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др.: Под общ. ред. О.Н. Русака. — Л.: Машиностроение, 1989.
26. Хембри Дайана. Компьютер и здоровье // Мир ПК. — 1990, № 2. — с. 107 — 115.
27. Правила пожарной безопасности. — 3-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2001.
28. Павленко А.Р. «Компьютер, TV и здоровье». — Киев: «Основа», 2002.
29. <http://www.pole.com.ru/>: «Центр электромагнитной безопасности».
30. Материалы сайтов <http://computermania.narod.ru/>, <http://www.digital-c.com.ua/>.
31. www.parent.fio.ru, статья «Реакция организма детей разного возраста на работу за компьютером».
32. <http://vspru.ac.ru>, статья «Медицинские и психологические последствия работы с компьютером».
33. http://torser.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=28&lang=ru