МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

И.И. Антонова

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к практическим занятиям по дисциплине
«НОКСОЛОГИЯ»
для бакалавров направления подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Казань
2023

УДК 504
ББК 30н
А72
Антонова И.И.
А72 Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Ноксология» для бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» / И.И. Антонова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2023. – 60 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Ноксология».

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», направленность (профиль) «Инженерная защита окружающей среды».

Рецензенты:

Доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и инженерной экологии в строительстве Казанского государственного архитектурно-строительного университета
В.Ф. Строганов

Доктор технических наук, профессор кафедры технологии неорганических веществ и материалов Казанского национального исследовательского технологического университета
Р.Т. Ахметова

УДК 504
ББК 30н

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2023

© Антонова И.И., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 4

Практическая работа № 1. Опасность акустического шума…….. 5

Практическая работа № 2. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом (по концентрации СО)...……...…… 11

Практическая работа № 3. Составление паспорта опасности……...…….. 17

Практическая работа № 4. Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности……...…….. 26

Практическая работа № 5. Опасные зоны...……...……..... 48

Практическая работа № 6. Оценка воздействия вредных веществ, содержащихся в воздухе, на организм человека...……...……. 54

Библиографический список…….. 59

ВВЕДЕНИЕ

Ноксология – наука об опасностях материального мира Вселенной.

Общей целью изучения ноксологии является углубление и развитие знаний о системе обеспечения безопасности в условиях негативных факторов техносферы, а также формирование навыков практического использования знаний в области обеспечения безопасности при осуществлении организационно-управленческой и эксплуатационной профессиональной деятельности.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Ноксология» и предназначено для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность», направленность (профиль) «Инженерная защита окружающей среды».

Предлагаемое пособие к практическим занятиям позволяет сформировать навыки идентификации и анализа опасностей, оценки влияния опасностей материального мира на здоровье человека, применение расчетных методов при обосновании выбора средств защиты.

Пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования к содержанию уровня подготовки студентов по дисциплине «Ноксология».

Практическая работа № 1
ОПАСНОСТЬ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА

Цель работы: освоить расчет акустического загрязнения.

Шумом принято называть звуковые колебания, выходящие за рамки звукового комфорта, то есть всякий неприятный, нежелательный звук или совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих вредное воздействие на организм человека, снижающих его работоспособность.

Воспринимается шум как сочетание акустических колебаний в виде неупорядоченных или в некоторых случаях упорядоченных видов звуковых волн и рассматривается как нежелательное проявление воздействия звуковой волны в слышимом диапазоне. Все виды колебаний оказывают воздействие как на организм человека, так и на материальные и природные объекты.

Источниками внешнего шума в городах и других населенных пунктах являются:

– потоки всех видов наземного автомобильного и рельсового транспорта;

– авиационный транспорт в аэропортах и зонах воздушных подходов к аэродромам;

– площадки погрузо-разгрузочных работ объектов транспорта, предприятий торговли и других коммунально-бытовых учреждений обслуживания;

– промышленные предприятия, отдельные установки и агрегаты;

– открытые спортивные сооружения и игровые площадки;

– механизмы и установки, выполняющие работы по строительству, уборке и благоустройству городских территорий.

Рост интенсивности движения автомобилей на дорогах приводит к постоянному увеличению шумовой нагрузки на население, проживающее на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам. Темпы роста шума из-за развития сети автомобильных дорог и повышения интенсивности движения увеличиваются настолько быстро, что люди не успевают к нему адаптироваться. Круглосуточное воздействие шума приводит к увеличению числа нервных расстройств, ряду специфических заболеваний. Защита населения от шума носит не только социальный, но и экономический характер. Ухудшение условий труда и отдыха при повышенном уровне транспортного шума отрицательно отражается на производительности труда и его качестве.

Современные города насчитывают сотни тысяч мобильных и стационарных источников внешних шумов, которые в большинстве случаев находятся в непосредственной близости от мест постоянного и временного пребывания населения и создают условия акустического дискомфорта для 30–40% городского населения.

В нашей стране решение вопросов шумозащиты является обязательным условием современного градостроительства.

Оценка шумового режима территории позволяет определить качественные характеристики среды – уровень обеспеченности акустическим комфортом. В случае повышения нормативных значений уровня шума необходимо провести выбор мероприятий по его нормализации. Выбор мероприятий основывается на сравнительной вариантной оценке и включает в себя последовательный комплекс решений по преобразованию территории, планировке и обустройству специальными шумозащитными сооружениями.

Аналогично световым лучам, звуковые волны можно экранировать, фокусировать и направлять в определенную сторону. В выборе средств защиты учитывают следующие условия: эффективность действия, стоимость, занимаемая площадь, трудоемкость строительства. Одним из средств борьбы с транспортным шумом является расположение жилой застройки на расстоянии, обеспечивающим необходимое снижение уровня шума или удаление трассы дороги от населенного пункта.

Также эффективным средством снижения уровня шума является экран. Понятие «экран» включает в себя любые препятствия на пути распространения шума. Акустическая эффективность шумозащитного экрана (рис. 1.1) зависит от его геометрических параметров и звукоизоляционных качеств, от расстояния между экраном и дорогой и от расстояния от экрана до защищаемого объекта, высоты расчетных точек на местности.

Экраны должны располагаться на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части, чтобы не создавать опасность при наезде на них автомобилей. Конструкция должна быть устойчива к ветровым, снеговым, сейсмическим нагрузкам, должны быть изготовлены из долговечных материалов.

Минимальная высота экрана – 1 м, максимальная с точки зрения вписывания в ландшафт не более 3 м. Оптимальное расстояние от полосы движения до экрана 9–11 м [5].

Различают 2 группы экранов – шумоотражающие и шумопоглащающие. При строительстве шумозащитных экранов используют: бетон и железобетон, бутовый камень, дерево, кирпич, прозрачный пластик. Необходимая поверхностная плотность сооружений зависит от требуемой звукоизоляции, определяемой величиной требуемого снижения уровня звука. Устройство железобетонных стенок высотой 6-8 м непосредственно у проезжей части снижает шум на 15–20 дБА.

Рис. 1.1. Шумозащитные экраны

Шумопоглащающие экраны строятся из пластмасс, алюминия и черных металлов.

Шумозащитные экраны должны быть законченным инженерным сооружением: например, бетон с деревьями, стеклянный забор, барьер с насаждениями.

Также в целях защиты от шума используют полосы зеленых насаждений. Эффективность зеленых насаждений в значительной мере зависит от конструкции полосы. Значительный эффект снижения шума в рядах густых посадок с сомкнутыми кронами деревьев с подлеском и кустарником. При густом озеленении обеспечивается не только экранирующий эффект, но и создается дополнительное шумоглушение за счет поглощения и отражения звука внутри зеленой массы. Чем плотнее сформирована полоса зеленых насаждений определенного дендрологического состава, тем менее проницаемым для звука становится такой экран.

Также для снижения уровня шума применяют искусственные и естественные элементы рельефа в виде валов и склонов холмов.

Задание 1.1. Между магистральной улицей и существующим пятиэтажным зданием (дом, больница, школа) планируется строительство 9-этажного здания. Требуется определить степень обеспеченности нормативным уровнем звука в здании (дом, больница, школа). Высота расчетной точки (РТ) принимается в зависимости от варианта задания. Начертить схему расположения зданий, пути движения звуковых волн. Дать рекомендации по снижению негативного воздействия на РТ. Определить шумовой режим на улице (в 2-х метрах от фасада, территория больницы и пришкольный участок), где РТ расположена на высоте 1,5 м над уровнем земли.

Задание 1.2. Между домостроительным комбинатом и существующим пятиэтажным зданием (дом, больница, школа) планируется строительство 9-этажного здания. Требуется определить степень обеспеченности нормативным уровнем звука в здании (дом, больница, школа). Высота расчетной точки (РТ) принимается в зависимости от варианта задания. Начертить схему расположения зданий, пути движения звуковых волн. Дать рекомендации по снижению негативного воздействия на РТ. Определить шумовой режим на улице (в 2-х метрах от фасада, территория больницы и пришкольный участок), где РТ расположена на высоте 1,5 м над уровнем земли.

Порядок решения задачи

1. Определяем расчетный уровень шума источника L_A экв. (по варианту задания в табл. 1.2). L_A экв. от транспортного потока на улицах и дорогах городов определяется для точки, расположенной в 7,5 м от ближайшей полосы движения. Расчетные уровни звука промышленных предприятий определяются на расстоянии 7,5 м от наиболее шумного оборудования.

2. Определяем допустимый уровень звука L_A экв. доп. на защищаемом объекте по табл. 1.1.

3. Определяем акустический показатель A_1 снижение шума в воздушном приземном пространстве от L_A экв. как функцию расстояния и типа поверхности земли, дБА.

Относительное снижение шума в воздушной среде на открытой ровной территории A_1 определяется по графику (рис. 1.3) с учетом коэффициента $k_п$.

Для поверхности земли с кустарником и деревьями $k_п$ = 1,2–1,4; с газоном $k_п$ = 1,1; разрыхленной $k_п$ = 1,0; покрытой асфальтом, льдом и водой $k_п$ = 0,8–0,9. Коэффициент $k_п$ следует учитывать, если точка расчета расположена на высоте менее 5 м над поверхностью земли и удалена от источника на расстояние до 100 м. При удалении от источника от 100 до 500 м предельная высота точек, для которых расчет A_1 выполняется с учетом $k_п$ увеличивается от 5 м до 10 м.

4. Определяем величину A_2 – дополнительное снижение шума при наличии на пути распространения шума экранирующих барьеров. В данной задаче таким барьером является проектируемое здание. Величина A_2 определяется в следующей последовательности:

– вычерчиваем в масштабе поперечный разрез рассматриваемой планировочной ситуации (рис. 1.2);

– определяем разность длин путей прохождения звуковых лучей δ:

$$\delta = (a + b) - c.$$

Величины a, b и c определяем замером соответствующих параметров по вычерченному поперечному разрезу.

В зависимости от величины δ и вида источника шума по графику (рис.1.4) определяем величину A_2.

5. Исходя из условия, что помещения рассматриваемого жилого дома не имеют приводной вентиляции, расчет обеспсченности акустическим комфортом выполняем при A_3 = 10 дБА.

6. Определяем условие обеспеченности акустическим комфортом по формуле:

$$\gamma = L_A \text{ экв. доп.} - L_A \text{ экв.} + A_1 + A_2 + A_3.$$

7. На основании полученной величины γ делаем заключение об акустическом благоустройстве рассматриваемого дома. Положительное значение характеризует обеспеченность нормального уровня звука. При отрицательном значении γ необходимо предложить мероприятия по снижению акустического загрязнения в РТ.

Таблица 1.1

Нормы допустимых уровней звука

Назначение помещений или территорий	Допустимые уровни звука $L_{A\text{экв.доп}}$, дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Палаты больниц, санаториев, операционные больниц	35	25
Территории больниц и санаториев	45	35
Жилые комнаты квартир	40	30
Территории жилой застройки в 2-х м от зданий	55	45

Назначение помещений или территорий	Допустимые уровни звука $L_{Aэкв.доп}$, дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Классы в школах	40	–
Пришкольные участки	50	–

Примечания. 1. В зависимости от условий и места расположения объекта в нормативные показатели таблицы следует вносить поправки: курортный район – 5 дБА; новый проектируемый городской или жилой район ±0 дБА, жилая застройка, расположенная в существующей (сложившейся) застройке +5 дБА.

2. Эквивалентные уровни, дБА, для шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) в 2 м от ограждающих конструкций зданий, обращенных в сторону источников шума, допускается принимать на 10 дБ выше уровней звука, указанных в таблице (для жилых зданий).

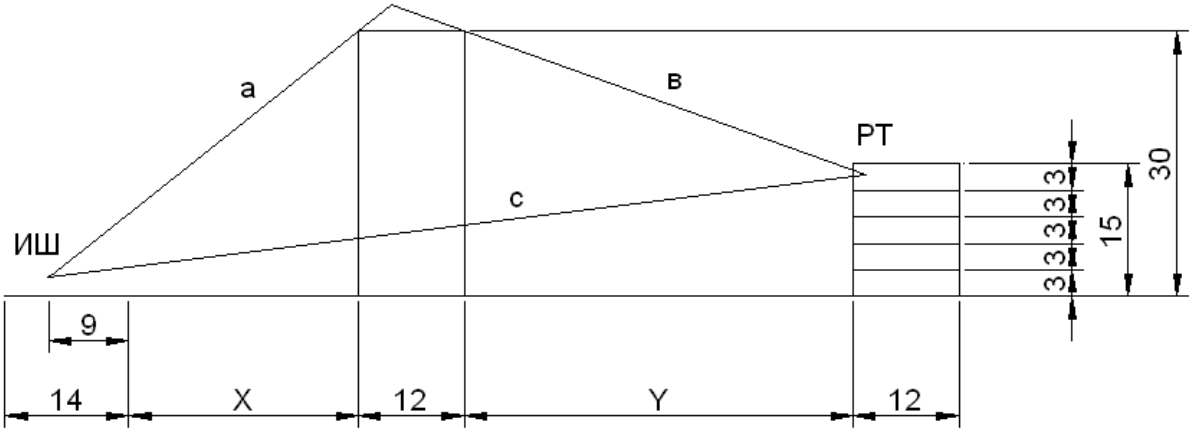

Рис. 1.2. Схема расположения источника шума, объекта шумозащиты и расчетной точки на объекте

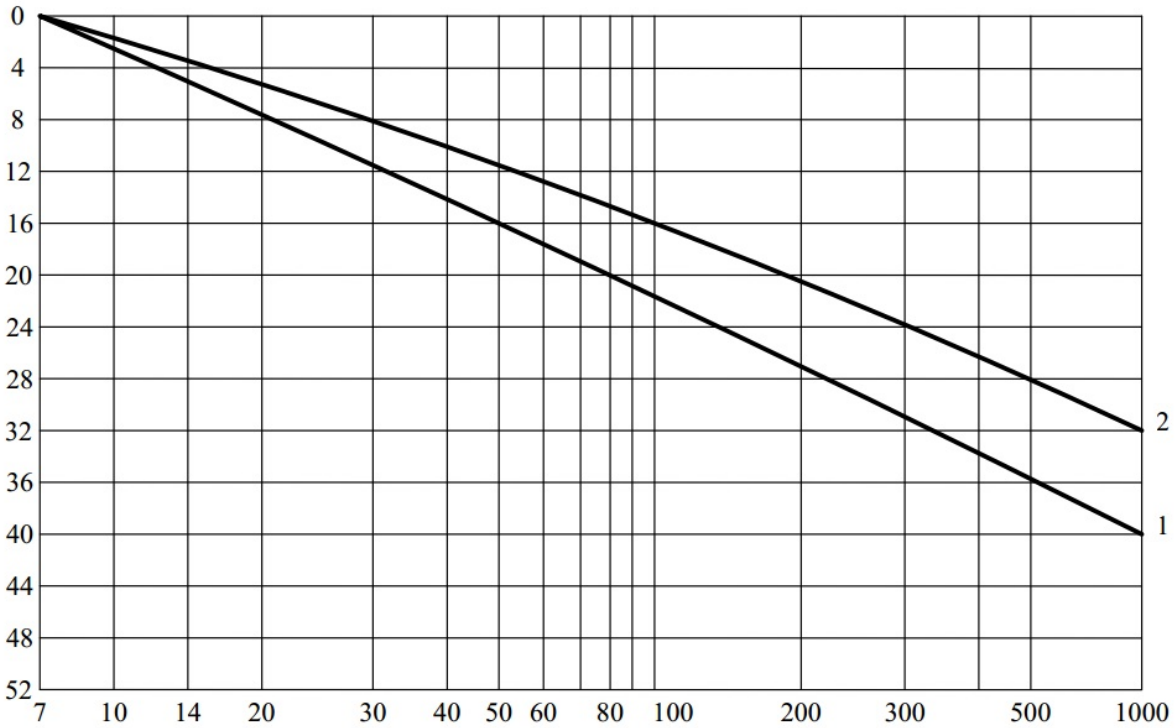

Рис. 1.3. График для определения снижения шума и уровня звука A_1, дБА, в зависимости от расстояния между источниками шума и расчетной точкой: 1 – точечные источники; 2 – линейные источники

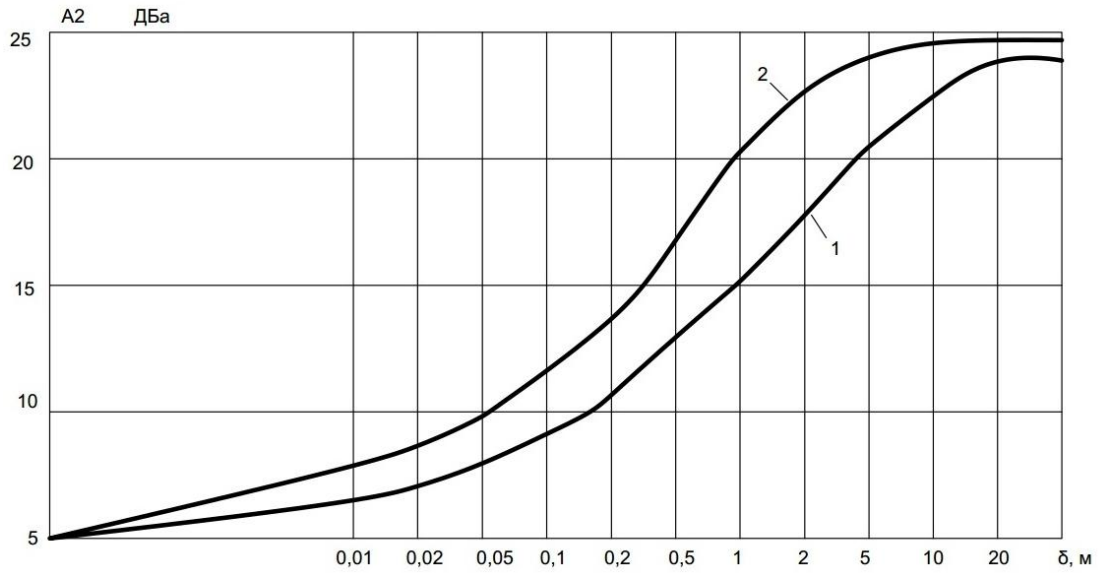

Рис. 1.4. График для определения снижения уровней звука экраном A_2, дБА, в зависимости от разности длин путей звукового луча δ, м:
1 – автотранспортные потоки и ж/д поезда; 2 – точечные источники шума

Таблица 1.2

Варианты исходных данных

№ варианта	Расчетный уровень звука на магистрали, дБА	Характеристика района	Характеристика поверхности земли	Назначение существующего здания	Этаж РТ 5-этажного здания	Расстояние	
						X	Y
1	70	Курортный	Кустарник	Больница	2	20	30
2	75	Курортный	Кустарник	Школа	3	21	31
3	78	Курортный	Асфальт	Жилой дом	5	22	32
4	80	Существующий	Газон	Больница	1	23	33
5	82	Существующий	Асфальт	Школа	3	24	34
6	90	Существующий	Кустарник	Жилой дом	5	25	35
7	74	Новый	Газон	Жилой дом	4	26	36
8	85	Новый	Асфальт	Больница	1	27	37
9	93	Новый	Кустарник	Жилой дом	3	28	38
10	77	Существующий	Газон	Школа	2	29	39
11	90	Курортный	Газон	Жилой дом	4	30	40
12	88	Новый	Асфальт	Больница	3	31	42
13	78	Существующий	Кустарник	Жилой дом	5	32	42
14	91	Курортный	Асфальт	Школа	3	33	43
15	83	Курортный	Газон	Жилой дом	4	34	44
16	94	Новый	Кустарник	Больница	3	35	45
17	76	Курортный	Асфальт	Жилой дом	1	36	46
18	90	Существующий	Кустарник	Школа	2	37	47
19	86	Существующий	Газон	Больница	5	38	48
20	74	Новый	Асфальт	Больница	2	39	49

Практическая работа № 2
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА АВТОТРАНСПОРТОМ (ПО КОНЦЕНТРАЦИИ СО)

Цель работы: освоить методику расчёта выбросов оксида углерода от автотранспорта и определить экологическую опасность.

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, крупных городах составляют 60–80% от общих выбросов. Многие страны принимают меры по снижению токсичности выбросов путем более качественной очистки бензина, замены его на альтернативные источники энергии (газовое топливо, этанол, электричество), снижения свинца в добавках к бензину. Проектируются экономичные двигатели с более полным сгоранием горючего, в ряде городов создаются пешеходные зоны с ограниченным движением автомобилей и др. Несмотря на принимаемые меры, растет число автомобилей, и загрязнение воздуха не снижается.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный и углекислый газ, оксиды азота и серы, альдегиды, углеводороды – бенз(а)пирен. При этом большее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу – 0,98%, оксида углерода, соответственно, 5,1% и 13,8%.

Для расчета массы загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу автотранспортом, необходимо оценить загрязненность улицы различными видами транспорта. Сбор материала по загрязненности улиц автотранспортом выполняется путем натурных наблюдений в 8, 13 и 18 часов, в ночные часы интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 мин. в каждом из сроков. Конечным результатом такого анализа является построение зависимости числа автомобилей от времени суток для каждого из категорий автомобилей. Автомобили учитывают по трем категориям:

– автомобили, работающие на бензине (с карбюраторным двигателем);
– автомобили с дизельным двигателем;
– автобусы.

Итогом подсчетов является суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом (низкая интенсивность движения 2,7–3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя – 8–17 тыс., высокая – 18–27 тыс.) и определение вклада каждого типа транспорта. Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации оксида углерода СО

в мг/м^3. Для оценки по концентрации угарного газа используется эмпирическая формула:

$$K_{co} = (0,5+0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_У \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_П, \quad (2.1)$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м^3;

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час;

$К_Т$ – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух оксида углерода;

$К_А$ – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

$К_у$ – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона;

$К_с$ – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра;

$К_В$ – то же в зависимости от относительной влажности воздуха;

$К_П$ – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений. При отсутствии пересечений $К_П = 1$.

ПДК выбросов автотранспорта по оксиду углерода равно 5 мг/м^3.

Пример расчета. Имеется магистраль с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон 2°, скорость ветра 4 м/сек., относительная влажность воздуха 70%, температура плюс 20°С. Интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях – 500 автомашин в час (*N*). Состав автотранспорта: 10% грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10% со средней грузоподъемностью, 5% с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями, 5% автобусов и 70% легковых автомобилей.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i K_n, \quad (2.2)$$

где P_i – состав автотранспорта в долях;

K_n – определяется по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значения коэффициента $К_n$ для разных типов автотранспорта

Тип автомобиля	Коэффициент $К_n$
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Подставив значения согласно заданию, получаем:

$К_Т = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1 = 1,41 \approx 1,4$.

Значение коэффициента $К_А$, учитывающего аэрацию местности, определяется по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Значения коэффициента $К_А$, учитывающего аэрацию местности

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент $К_А$
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Значение коэффициента $К_у$, учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяем по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Значение коэффициента, учитывающего изменение загрязнения воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона

Продольный уклон, ^{o}	Коэффициент $К_у$
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра $К_С$ определяется по табл. 2.4.

Таблица 2.4

Значения коэффициента изменения концентрации оксида углерода $К_С$ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Коэффициент $К_с$
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента $К_В$, определяющего изменение концентраций оксида углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведено в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Таблица значений коэффициента $К_В$, определяющего изменение концентраций оксида углерода в зависимости от относительной влажности воздуха

Относительная влажность	Коэффициент $К_В$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода у пересечений приведен в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Таблица значений коэффициента увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода у пересечений

Тип пересечения	Коэффициент $К_п$
Регулируемое пересечение:	
– со светофорами обычное	1,8
– со светофорами управляемое	2,1
– саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое пересечение:	
– со снижением скорости	1,9
– кольцевое	2,2
– с обязательной остановкой	3,0

Подставим значения коэффициентов, оценим уровень загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода:

$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 9,54$ *мг/м*^{3}.

Вывод: уровень загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода превышает ПДК.

Порядок выполнения работы

1. Изучить порядок подсчета автомобилей и расчета выбросов оксида углерода.

2. На основании исходных данных в табл. 2.7 рассчитать концентрацию оксида углерода в приземном атмосферном воздухе данной местности.

3. Полученные значения сравнить с ПДК и предложить мероприятия по снижению уровня загрязнения (запрещение движения автомобилей,

ограничение интенсивности движения до 300 авт/ч, замена карбюраторных грузовых автомобилей дизельными, установка фильтров).

Таблица 2.7

Варианты исходных данных

Вариант	Легкий грузовой, шт.	Средний грузовой, шт.	Тяжелый грузовой (дизельный), шт.	Автобус, шт.	Легковой, шт.	Продольный уклон, ^{0}	Скорость ветра, м/с	Тип местности	Относит. влажность	Тип пересечения
1	30	12	8	10	80	0	1	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	90	со снижением скорости
2	15	5	3	12	46	2	6	Пешеходные тоннели	60	со светофорами управляемое
3	41	11	7	16	90	6	2	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	80	кольцевое
4	36	12	8	4	83	8	3	Транспортные галереи	50	саморегулируемое
5	10	2	3	2	30	6	5	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	100	со светофорам и обычное
6	50	21	18	32	120	0	4	Транспортные тоннели	70	со светофорами управляемое
7	68	28	20	24	203	2	1	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	90	кольцевое
8	43	14	17	36	168	4	5	Пешеходные тоннели	100	саморегулируемое
9	91	31	30	40	261	4	2	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	60	со снижением скорости
10	12	6	3	10	57	6	6	Транспортные галереи	50	со светофорами управляемое
11	28	4	4	30	92	0	6	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	100	со светофорам и обычное

Вариант	Легкий грузовой, шт.	Средний грузовой, шт.	Тяжелый грузовой (дизельный), шт.	Автобус, шт.	Легковой, шт.	Продольный уклон, ^{0}	Скорость ветра, м/с	Тип местности	Относит. влажность	Тип пересечения
12	47	17	10	28	140	8	3	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	80	с обязательной остановкой
13	66	19	16	45	169	6	4	Транспортные галереи	90	с обязательной остановкой
14	15	3	3	26	70	8	2	Транспортные тоннели	70	со светофорами управляемое
15	9	1	1	8	83	2	5	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	80	со снижением скорости
16	58	5	7	25	220	0	3	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	60	кольцевое
17	25	13	25	2	350	4	6	Транспортные галереи	50	со снижением скорости
18	5	4	6	33	156	8	4	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	90	с обязательной остановкой
19	38	30	11	48	65	6	2	Транспортные тоннели	100	со светофорами управляемое
20	88	2	2	75	23	2	2	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	70	кольцевое
21	65	7	1	12	82	0	6	Транспортные тоннели	80	со светофорами управляемое
22	32	15	3	24	64	6	3	Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	100	саморегулируемое
23	43	3	17	3	82	6	4	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	90	саморегулируемое
24	12	28	9	5	49	4	5	Транспортные галереи	60	со светофорами управляемое

Практическая работа № 3
СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА ОПАСНОСТИ

Цель работы: освоить классификацию опасностей, научиться идентифицировать опасности и овладеть составлением паспорта опасности.

Опасность – центральное понятие ноксологии. **Под опасностью понимают явления, процессы, предметы, могущие нанести ущерб здоровью человека.** Опасности реализуются в виде потоков вещества, энергии и информации.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на естественные и антропогенные, полагая при этом, что ***естественные опасности*** обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать ***антропогенными,*** поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.н.), генерируя тем самым и среде обитания многочисленные опасности. При этом под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу – группу ***техногенных*** опасностей.

Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся машины и механизмы, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук,

вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – рукотворны. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить ***естественно-техногенные*** опасности, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, дожди, ветры и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениями в окружающей среде.

Выделяются также и ***антропогенно-техногенные*** опасности, инициируемые ошибками человека (обычно оператора технической системы) и проявляющиеся через разрушение техники и сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнём, с электрооборудованием и т.п.).

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на ***естественные, антропогенные, техногенные, естественно-техногенные и антропогенно-техногенные.***

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Происшествие – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и (или) материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП) – событие, происходящее обычно кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Авария – чрезвычайное происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно (в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами авария – это разрушение сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемые взрывы и (или) выбросы опасных веществ).

Катастрофа – чрезвычайное происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

Стихийное бедствие – чрезвычайное происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

По *виду негативного воздействия опасностей на объект защиты* их принято делить на *вредные (угнетающие)* и *травмоопасные (разрушающие)* факторы. Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию. Травмирующий (травмоопасный) фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу. Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устранения или локализации воздействия опасности. Работа по таксономии опасностей ведется давно. Так, в рамках производственной среды существует классификатор национального стандарта ГОСТ 12.0.003-2015, в рамках окружающей среды – ГОСТ Р 14.03-2005.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 все производственные факторы по сфере своего происхождения подразделяют на следующие две основные группы:

– факторы производственной среды;

– факторы трудового процесса.

Из всей совокупности производственных факторов для целей безопасности труда по критерию возможности причинения вреда организму работающего человека выделяют:

– неблагоприятные производственные факторы;

– производственные факторы, не являющиеся неблагоприятными, то есть нейтрального или благоприятного действия.

Один и тот же по своей природе неблагоприятный производственный фактор при различных характеристиках воздействия может оказаться либо вредным, либо опасным, а потому логическая граница между ними условна.

Классификация вредных и опасных факторов производственной среды представлена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Классификация вредных и опасных факторов производственной среды

Признак	Классы
Результирующее воздействие на организм работника	Вредные производственные факторы (приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания)
	Опасные производственные факторы (приводящие к травме, в том числе смертельной)
По характеру своего происхождения	Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды
	Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов

	Факторы, порождаемые биологическими свойствами микроорганизмов, находящихся в биообъектах и (или) загрязняющих материальные объекты производственной среды
	Факторы, порождаемые поведенческими реакциями и защитными механизмами живых существ (укусы, ужаливания, выброс ядовитых или иных защитных веществ и т.п.)
	Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.)
	Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения и т.п.)
Характер изменения во времени	Постоянные, в том числе квазипостоянные (quasi – по латыни «почти», то есть величины, меняющиеся очень мало)
	Переменные, в том числе периодические
	Импульсные, в том числе регулярные и случайные
Характер действия в пространстве	Постоянно локализованные в источнике своего возникновения
	Локализованные при нормальных ситуациях, но разлетающиеся (движущиеся, распространяющиеся) в пространстве производственной среды при аварийных ситуациях
	Распространяющиеся (движущиеся) вместе с движением воздуха в производственной среде
	Распространяющиеся (движущиеся) через производственную среду или иное пространство в виде материальных объектов, включая газовые струи
	Распространяющиеся (пронизывающие) производственную среду излучения и волны
Характер пространственного распределения	Пространственно распределенные (в поле действия которых находится человек, его рабочее место и т.п.)
	Взвешенные или растворенные в воздухе (либо способные перейти в газообразное или аэрозольное состояние) и являющиеся его компонентой
	Взвешенные или растворенные в жидкости и являющиеся ее компонентой
	Образующие локально ограниченные твердые макрообъемные объекты (объекты, поддающиеся измерению и наблюдению невооруженным глазом)
	Содержащиеся в ограничивающих их локальных макрообъемных объектах

Непосредственность воздействия	Непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека
	Опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы
Характер обнаружения	Обнаруживаемые органолептически (например, свет/темнота, шум, вибрация, запах, вкус, тепло/холод, тяжесть, скользкость, шероховатость и т.п.)
	Необнаруживаемые органолептически (например, газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха; электрический потенциал и т.п.)
Источник происхождения	Природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте)
	Технико-технологические
	Эргономические (то есть связанные с физиологией человека)
Природа воздействия на организм работника	Факторы, воздействие которых носит физическую природу
	Факторы, воздействие которых носит химическую природу
	Факторы, воздействие которых носит биологическую природу

Опасные и вредные производственные факторы трудового процесса по источнику своего происхождения подразделяют на: психофизиологические; организационно-управленческие; личностно-поведенческие (то есть связанные с самим работающим); социально-экономические.

На работника одновременно воздействует множество различных вредных факторов. Суммарный эффект этих факторов может быть разным, это зависит от характера взаимодействия их друг с другом.

В соответствии с пунктом 4.12 ГОСТ 12.0.003-2015 опасные и вредные производственные факторы по характеру взаимного действия при многофакторном воздействии на организм человека подразделяют на:

– независимо действующие;
– суммарно действующие;
– синергетически действующие (превосходит суммарно действующие);
– антагонистически действующие (угнетающие друг друга).

Опасные воздействия могут оказать негативное влияние на следующие компоненты окружающей среды: людей, животный мир, растительность (флору и фауну), почву, недра земли, поверхностные, подземные и морские воды, атмосферный воздух (все слои, включая озоновый), космическое пространство.

Классификация факторов, воздействующих на окружающую среду, согласно ГОСТ Р 14.03-2005, представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Классификация факторов, воздействующих на окружающую среду

Признак	Классы
Практические нужды	Физико-механические (физические) (механические; ударная волна; сейсмические; акустические)
	Излучение (ионизирующее; электромагнитное; тепловое; видимый свет)
	Химические (1–4 класс опасности)
	Биологические
Происхождение	Штатное воздействие
	Воздействие при авариях и катастрофах (внештатное)
Продолжительность воздействия	Кратковременное
	Долговременное
Масштаб воздействия	Точечное
	Площадное
	Объемное

По уровню опасности экологические воздействия подразделяют на **допустимые** и **недопустимые**. Допустимый уровень опасности воздействия загрязнений устанавливают в виде среднего значения (нормы) или более жесткого, определенного для конкретного объекта значения (норматива), регламентированного соответствующими нормативными документами. Недопустимым уровнем считают тот, который превышает значение, установленное в нормативном документе.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. Все опасности *по способности объекта защиты выявлять их органами чувств* можно классифицировать на *различаемые* и *неразличаемые.*

По *виду негативного воздействия опасностей на объект защиты* их принято делить на *вредные (угнетающие)* и *травмоопасные (разрушающие)* факторы.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмирующий (травмоопасный) фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По *численности лиц, подверженных воздействию опасности,* принято выделять *индивидуальные, групповые* и *массовые.*

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить «паспорт» опасности, например:

• транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум – это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;

• акустическое воздействие взрыва, орудийного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного (импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устранения или локализации воздействия опасности.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства (I группа) и воздействие на объект защиты (II группа), приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Классификация опасностей

Группа и признаки классификации	**Вид (класс)**
1 группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно-техногенные Антропогенные Антропогенно-техногенные Техногенные
По физической природе потоков	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потоков	Опасные Чрезвычайно опасные
По длительности воздействия	Постоянные Переменные, периодические Импульсные, кратковременные

По виду зоны воздействия	Производственные Бытовые Городские (селитебные) Зоны ЧС
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
II группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Неразличаемые
По виду негативного влияния опасности	Вредные Травмоопасные
По численности лиц, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные (личные) Групповые (коллективные) Массовые

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите классификации факторов производственной среды и факторов, воздействующих на окружающую среду.

2. Составьте паспорта опасности факторов производственной среды (на основании табл. 3.1) и факторов, воздействующих на окружающую среду (на основании табл. 3.2). Варианты заданий представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Задания для самостоятельной работы

Вариант	**Факторы производственной среды**	**Факторы, воздействующие на окружающую среду**
1	Шум	Выброс загрязняющих веществ в атмосферу
2	Вибрация	Землетрясение
3	Возможность поражения электрическим током	Сброс загрязняющих веществ в гидросферу
4	Режущие поверхности	Цунами
5	Взрыв баллона газа	Нападение саранчи на посевы
6	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны	Наводнение

7	Электромагнитное излучение	Взрыв атомной бомбы
8	Радиоактивное излучение	Падение метеорита
9	Тяжесть трудового процесса	Выброс нефти из тонущего танкера в море
10	Пониженная температура среды	Засуха
11	Ультрафиолетовое излучение	Инфекционное заболевание
12	Пониженная освещенность	Пожар в лесу
13	Монотонность труда	Извержение вулкана
14	Пожар	Выброс аварийно-химически опасных веществ в атмосферу
15	Воздействие инфракрасного излучения	Разлив мазута на землю

3. По предложенным заданиям идентифицируйте опасности и составьте паспорт опасности (на основании табл. 3.3):

− разгерметизация трубопровода в природной среде (труба – живая природа);

− авария на атомной электростанции (станция – окружающая среда);

− неисправность технологического оборудования, приведшая к травматизму с потерей трудоспособности одного из членов персонала;

− пожар в насосном зале (пожар – обслуживающий персонал насосного зала);

− падение давления в трубопроводе;

− сход лавины в горах (лавина – населенный пункт);

− загрязнение (в виде отходов) реки;

− воздействие шумов на животный мир, вызывающее их миграцию и отсутствие потомства;

− ослабление озонового экрана, образование большой озоновой дыры над Антарктидой;

– падение снеговых шапок, сосулек со свесов крыш в зимний и весенний период;

– разрушение конструкции средств подмащивания (лесов, подмостей), страховочной оснастки;

– пожар на полигоне ТБО;

– авария на гидроэлектростанции;

– взрыв баллона с бытовым газом;

– пожар на торфяном болоте.

Практическая работа № 4
ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ФАКТОРАМ ВРЕДНОСТИ

Цель работы: оценить влияние вредных и опасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту) на продолжительность жизни человека и риск его гибели.

Используемые при выполнении данной практической работы понятия несут следующую смысловую нагрузку:

– ***неблагоприятные условия труда*** – условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса;

– ***ущерб здоровью*** – проявленные, фиксируемые современными методами исследований нарушения целостности организма или профессиональные заболевания, а также в данный момент времени не проявленные эффекты в виде генетических изменений, нарушения репродуктивной функции, снижения психической устойчивости, либо фиксируемые эффекты раннего биологического старения организма, сокращения продолжительности жизни (СПЖ) и т.п.;

– ***сокращение продолжительности жизни*** – среднее время сокращения продолжительности жизни в сутках за год в зависимости от условий труда и быта;

– ***риск*** – вероятность негативного воздействия (травма, гибель) в зоне пребывания человека.

Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Оптимальные условия труда (1-й класс) – такие условия, при которых изменяется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для человека.

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и

оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений, в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

2 степень (3.2) – условия труда, при которых уровни вредных факторов вызывают стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности, росту хронической (производственно обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

4 степень (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или её части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм.

Воздействие вредных факторов на здоровье человека определяется их совокупностью, уровнями факторов и длительностью пребывания человека в этих зонах.

Характерное состояние вредных факторов в условиях города и его селитебных зон (территорий, примыкающих к предприятиям) указывает на их весомую значимость. Учет влияния вредных факторов городской, транспортной, бытовой и иной сред на здоровье людей обычно проводится по упрощенным показателям.

Использование расчетных значений показателя *СПЖ* позволяет прогнозировать продолжительность жизни людей в зависимости от условий труда, от состояния среды в месте проживания и от поведения человека в быту.

Уровни вредных воздействий, реально возможные в условиях производства, не ограничиваются значениями, соответствующими классу 3.4. При более высоких значениях уровней вредных факторов их воздействие на человека может стать травмирующим класса 4. Пороговые значения таких уровней вредных факторов для класса 4 приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Пороговые значения уровней вредных факторов для 4 класса условий труда

Вредный фактор	**Пороговое значение**
Вредные вещества 1–2 класса опасности	>20ПДК
Вредные вещества, опасные для развития острого отравления	>10ПДК
Шум, дБА	Превышение ПДУ>35
Вибрация локальная, дБ	Превышение ПДУ>12
Вибрация общая, дБ	Превышение ПДУ>24
Тепловое облучение, Вт/м^2	>2800
Электрические поля промышленной частоты	>40ПДУ
Лазерное излучение	>10^3 ПДУ при однократном воздействии

Следует отметить, что работа в условиях труда 4-го класса не допускается за исключением ликвидации аварий и проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работы должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов проведения таких работ.

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью человека при адаптированном подходе может быть определена приближенно по формуле:

$$СПЖ_{\Sigma}=СПЖ_{ПР}+СПЖ_{Г}+СПЖ_{Б}, \quad (4.1)$$

где $СПЖ_{ПР}$, $СПЖ_{Г}$, $СПЖ_{Б}$ – сокращение продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).

Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется:

– по фактору неблагоприятных условий производства:

$$СПЖ_{ПР} = (К_{пр} + К_{т} + К_{н}) \cdot (Т - Т_{н}), \quad (4.2)$$

где $К_{пр}$, $К_{т}$, $К_{н}$ – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут./год (табл. 4.2 и 4.3);

Т – возраст работающего, год;

$Т_{Н}$ – возраст начала трудовой деятельности;

– по фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе:

$$СПЖ_{Б,Г} = (К_Б + К_Г)\cdot Т, \quad (4.3)$$

где $К_Б$, $К_Г$ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут./год (табл. 4.4);

– по факту курения с учетом сомножителя (n/20):

$$СПЖ_{Б(курение)} = К_Б \cdot Т_к \cdot (n/20), \quad (4.4)$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день;
$Т_к$ – стаж курильщика;

– по фактору езды в общественном транспорте

$$СПЖ_{Г(транспорт)} = К_Г \cdot Т_Т \cdot t, \quad (4.5)$$

где $Т_Т$ – количество лет езды на работу в общественном транспорте;
t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой, и на работу в оба конца.

Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

Таблица 4.2

Определение скрытого ущерба здоровью на основании общей оценки класса условий труда

Фактические условия труда	Класс условий труда по Р 2.2.755-99	Ущерб $К_{пр}$ $К_н$, сут./год
Один фактор класса 3.1	3.1	2,5
Два фактора класса 3.1	3.1	3,75+
Три и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
Один фактор класса 3.2	3.2	8,75+
Два и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
Один фактор класса 3.3	3.3	18,75+
Два и более факторов класса 3.3	3.4	25
Один фактор класса 3.4	3.4	50,0+
Два и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 4.3

Определение скрытого ущерба здоровью по показателю тяжести трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда по Р 2.2.755-99	Ущерб K_T, сут./год
Менее трех факторов класса 2	2	–
Три и более факторов класса 2	3.1	2,5
Один фактор класса 3.1	3.1	3,75
Два и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
Один фактор класса 3.2	3.2	8,75
Два фактора класса 3.2	3.3	12,6
Более двух факторов класса 3.2	3.3	18,75

Методика количественной оценки ущерба здоровья при работе в неблагоприятных условиях труда включает следующие этапы.

1. Проводится оценка условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и устанавливается класс вредности условий труда (табл. 4.7– 4.9).

2. Оценивается ущерб здоровью в виде сокращения продолжительности жизни $К_{пр}$ от класса условий труда на производстве по табл. 4.2.

3. При оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса используют данные табл. 4.3.

4. При оценке ущерба здоровью только по показателю напряженности трудового процесса величину ущерба принимают по классу условий труда по данным табл. 4.2, указанным в графе со значком «+».

5. Учет влияния вредных факторов городской и бытовой сред на здоровье людей обычно проводится по упрощенным показателям, приведенным в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской ($К_Г$) и бытовой ($К_Б$) среды, сутки/год

Факторы городской среды	**$К_Г$**
Загрязнение воздуха в крупных городах	5
Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно в течение 1 часа	2
Факторы бытовой среды	**$К_Б$**
Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	7
Курение по 20 сигарет в день	50

Оценка влияния травмоопасных факторов на человека в производственных, городских и бытовых условиях

Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска R, 1/(чел·год). При использовании данных величину риска определяют по формуле:

$$R = N_{ТР}/N_0, \quad (4.6)$$

где $N_{ТР}$ – численность травмированных за год;

N_0 – численность работавших за тот же период.

Травмоопасность различных производств и отраслей оценивается показателями частоты травматизма $К_ч$ и $К_{СИ}$:

$$К_ч = (N_{ТР}/N_0)\cdot 1000; \quad (4.7)$$

$$К_{СИ} = (N_{СИ}/N_0)\cdot 1000, \quad (4.8)$$

где $К_ч$ и $К_{СИ}$ – показатель частоты травматизма и показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих;

$N_{СИ}$ – численность погибших за год.

Не трудно видеть, что при известных $К_ч$ и $К_{СИ}$ риски получить травму $R_{ТР}$ или погибнуть на производстве $R_{СИ}$ будут определяться по формуле:

$$R_{ТР} = К_ч/1000; \quad (4.9)$$

$$R_{СИ} = К_{СИ}/1000. \quad (4.10)$$

Показатели $К_ч$ и $К_{СИ}$ в разных отраслях экономики составляют различные величины (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Показатели $К_ч$ и $К_{СИ}$ в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям

Отрасль, профессия	$К_ч$	$К_{СИ}$
По всем отраслям	5,0	0,15
Промышленность (в среднем)	5,5	0,133
Электроэнергетика	1,7	0,131
Электрические сети	2	0,211
Тепловые сети	3	0,132
Нефтепереработка	1,6	0,058
Химическая промышленность	3,1	0,104

Угольная промышленность	25,3	0,406
Черная металлургия	3,6	0,146
Цветная металлургия	4,5	0,216
Приборостроение	3,1	0,061
Автомобильная промышленность	4,6	0,069
Лесозаготовка	21,2	0,479
Лесопильное производство	16,7	0,246
Пищевая промышленность	6,0	0,122
Пивоварное производство	7,0	0,185
Спиртовая промышленность	2,3	0,029
Мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
Сельское хозяйство	8,3	0,216
Транспорт	3,6	0,162
Железнодорожный	1,3	0,111
Водный	5,0	0,345
Авиационный	2,5	0,264
Строительство	5,3	0,312
Коммунальное хозяйство	3,2	0,037
Здравоохранение	2	0,009
Водитель	–	0,32
Электросварщик	–	0,20
Газосварщик	–	0,21
Грузчик	–	0,18
Слесарь	–	0,11
Крановщик	–	0,14

Риск принудительной гибели людей $R_Г$ и $R_Б$ в непроизводственных условиях можно приближенно оценивать, пользуясь данными, приведенными в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Риски гибели людей вне производственных условиях

Причины смерти	**Уровень риска $R_Г$, 1/(чел.·год)**
Автокатастрофа	$2{,}5\cdot10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1\cdot10^{-5}$
Электротравма	$6\cdot10^{-6}$
Падение человека	$1\cdot10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6\cdot10^{-6}$
Воздействие пламени	$4\cdot10^{-5}$
Утопление	$3\cdot10^{-5}$
Аварии на АЭС	$5\cdot10^{-7}$
Аварии на ТЭС	$2\cdot10^{-6}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	10^{-6}, 10^{-7}

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^{n} R_i \,, \qquad (4.11)$$

где R – суммарный риск от n последовательных событий;

R_i – вероятность индивидуального события.

Таблица 4.7

Классы условий труда в зависимости от условий труда (температура, пыль, шум, вибрации,тепловое излучение и освещение РМ)

Фактор рабочей среды	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура воздуха на рабочем месте, ^{0}С: теплый период холодный период	 21…22 17…19	 23…28 15…16	 29…32 7…14	 33…35 Ниже +7	 >35 –	
Вредные вещества 1–4 классов опасности, превышение ПДК, раз	≤ 1,0	1,1…3,0	3,1…10,0	10,1…15,0	15,1…20,0	> 20,0
Промышленная пыль, превышение ПДК, раз	≤ 1,0	1,1…2,0	2,1…4,0	4,1…10,0	> 10,0	–
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ ПДУ	5	15	25	35	> 35
Вибрация локальная, эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ	35	6	9	12	> 12
Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ	6	12	18	24	> 24
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в $^1/_3$ октавных полосах частот, дБ	≤ ПДУ	10	20	30	40	> 40
Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20
Интенсивность теплового излучения,Вт/м^2	141…1000	1001…1500	1501…2000	2001…2500	>2500	
Освещенность рабочего места, лк: Мин. объект различ., мм Разряд работы	 1,0…0,3 3…4	 < 0,3 1…2	 > 0,5 4…9	 < 0,5 1…3	 – –	

Таблица 4.8

Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг • м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1м: для мужчин для женщин	до 2 500 до 1 500	до 5 000 до 3 000	до 7 000 до 4 000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м для мужчин для женщин	до 12 500 до 7 500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35000 более 25000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м для мужчин для женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70000 более 40000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое)тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое)тяжести постоянно в течение рабочейсмены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	более 1500 более 700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000
4. Статическая нагрузка – величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс • с)				
4.1. Одной рукой: для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000

4.2. Двумя руками: для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140000 до 84 000	более 140000 более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 200000 до120 000	более 200000 более 120000
5. Рабочая поза				
5.1. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены	Периодическое, до 25% времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60% времени смены	Периодическое, до 50% времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) до 25% времени смены. Нахождение в позе стоя до 80% времени смены	Периодическое, более 50% времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) более 25% времени смены. Нахождение в позе стоя более 80% времени смены
6. Наклоны корпуса				
6.1. Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену	до 50	51–100	101–300	свыше 300
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

Таблица 4.9

Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (напряженность труда легкой степени)	Допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			1 степени	2 степени
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работапо серии инструкций)	Эвристическая (творческая)деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях

1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26–50	51–75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76–175	176–300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6–10	11–25	более 25
2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредо-	более 5 мм – 100%	5–1,1 мм – более 50%; 1 – 0,3 мм – До 50 %; менее 0,3 мм – до 25%	1 – 0,3 мм – более 50%; менее 0,3 мм – 26–50%	менее 0,3 мм – более 50%

точенного наблюдения (% времени смены)				
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): – при буквенно-цифровом типе отображения информации; – при графическом типе отображения информации	до 2 до 3	до 3 до 5	до 4 до 6	более 4 более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90%. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50%. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25
3. Эмоциональные нагрузки				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания).	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания.

	дополнительные усилия в работе со стороны работника	дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)	Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Отсутствуют	1–3	4–8	Более 8
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9–6	5–3	менее 3
4.2. Продолжительность (в сек.) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100–25	24–10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса	20 и более	19–10	9–5	менее 5

4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом тех. процесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6–7 ч	8–9 ч	10–12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7% и более рабочего времени	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени	Перерывы не регламентированы, недостаточной продолжительности: до 3% рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Варианты заданий

Вариант 1

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха.

Условия на рабочем месте. Вентиляция в цехе работает неэффективно. Печи электрические, работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей нормы > 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА. Напряженность электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора. Интенсивность теплового потока на рабочем месте 1,05 кВт/м^2 (норма 0,35 кВт/м^2). Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2 класс опасности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3 класс опасности) в среднем превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука (ИЗ) от маневровых паровозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит и выкуривает в среднем по 12 сигарет в день.

Вариант 2

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели инженера – разработчика, 56 лет, металлургического завода. Стаж работы – 26 лет. Время езды на общественном транспорте (метро, троллейбус) до места работы – 1 ч. Выкуривает 15 сигарет в день в течение 25 лет.

Условия на рабочем месте. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 2. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Продолжительность рабочего времени – 8 ч. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 35. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 3

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели оператора ПЭВМ, 29 лет, лаборатории механического завода. Стаж работы – 5 лет. Время езды на общественном транспорте (маршрутное такси) до места работы – 0,6 ч. Выкуривает 20 сигарет в день в течение 12 лет.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 24. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – < 3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 2. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 70. Число важных объектов наблюдения – 2. Число движений пальцев в час – 2600. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 4

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора стенда контроля авиационных двигателей – 60 лет. Работает с 40 лет. Курит с 17 лет по 15 сигарет в день. Живет за городом, ездит на работу на метро и троллейбусе – 2 часа.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 26–27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – >1; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 6. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30^0. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в

течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 40. Число важных объектов наблюдения – 5. Вибрация, превышение ПДУ, дБ – 4. Число движений пальцев в час – 100. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 35. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК – 2.

Вариант 5

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели монтажника печатных плат, 45 лет, механического завода. Стаж работы – 25 лет. Добирается до работы пешком за 0,7 ч через ж/д пути, автомобильные переезды. Не курит.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 80. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца) – кратность превышения ПДК – 2,2.

Вариант 6

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника вычислительного центра, 47 лет. Работает с 23 лет. Курит с 25 лет по 20 сигарет в день. Живет далеко от ВЦ, добирается к месту работы на велосипеде за 1,6 часа.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 21. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 95. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Вариант 7

Оператор гибкого автоматизированного комплекса. Живет оператор в крупном городе, домой добирается на метро за 40 минут, курит по 10 сигарет в день в течение 30 лет. Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.), а также величину риска гибели оператора, которому 48 лет.

Условия на рабочем месте. РМ оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 час за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью сосредоточенного наблюдения более 45% от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию в работу комплекса. При этом он несет полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений. Работа комплекса связана с механической высокоскоростной обработкой высоколегированных сталей. Работа 2-сменная с ночной сменой. Продолжительность смены 10 часов. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нем предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция.

Вариант 8

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера – исследователя в центральной заводской лаборатории, 45 лет. Стаж работы – 25 лет. Курит с 22 лет по 25 сигарет в день. Живет за городом, в экологически чистом районе. Добирается к месту работы на велосипеде за 1,2 ч.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 25–26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,45; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 7. Число движений пальцев в час 120. Монотонность: число приемов в операции – 7; длительность повторяющихся операций, с – 60. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.

Вариант 9

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели 50-летнего инженера, поступившего работать мастером окрасочного цеха завода в 25 лет. Курит 25 лет по 20 сигарет в день.

Условия на рабочем месте. Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля токсичных веществ – стирола, фенола, формальдегида составляет 15 ПДК. Уровни шума при пневматической окраске превышают ПДУ на 26 дБА, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше $0{,}5 \cdot E_{нор}$; уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ – 1 составляет < 5 ПДУ. Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.). Дефицит времени по напряженности труда. Живет инженер в районе завода.

Вариант 10

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели оператора дисплея автоматической линии по производству изделий механической обработкой, 34 года. Механический завод, цех. Стаж работы – 11 лет. Живет рядом с заводом, ходит пешком. Курит по 25 сигарет в день.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 19-20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 1; разряд зрительной работы – 4. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 45. Число важных объектов наблюдения – 8. Число движений пальцев в час – 120. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 1,5.

Вариант 11

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут.) и величину риска гибели оператора дисплея в промышленном производстве, 44 лет. Работает с 22 лет. Курит с 16 лет по 15 сигарет в день. Живет далеко от центра. Рядом находится автозаправочная станция. На работу ездит на маршрутном такси. Время в пути – 40 мин.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° –19–20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 2. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 6. Число движений пальцев в час – 100. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 3.

Вариант 12

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера, работающего на установке для определения плотности металла, 36 лет. Живет за городом, добирается к месту работы на автобусе и троллейбусе – 1,2 ч. Курит 10 сигарет в день в течение 15 лет. Стаж работы – 13 лет.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 22. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм < 0,3; разряд зрительной работы – 1. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% времени смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 5. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 40. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.

Вариант 13

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора стенда контроля выхлопных газов автобазы, 38 лет. Живет недалеко от работы, по маршруту движения – оживленная автомагистраль.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм > 1; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 15. РМ стационарное, поза несвободная – до 30% времени в наклонном положении до 30^0. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 30. Число важных объектов наблюдения – 3. Вибрация, кратность превышения ПДУ, дБ – 5. Монотонность: число приемов операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 45. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество ПДК – 3.

Вариант 14

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора при работе с электронным микроскопом, 64 года. Стаж работы 40 лет. Курит 10 сигарет в день в течение 35 лет. Живет в экологически чистом районе, недалеко от места работы. Ходит пешком.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 24–25. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Статическая физическая нагрузка на две руки, Н · с – $5 \cdot 10^5$. РМ стационарное, поза свободная. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 65. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка обусловлена тревогой за безопасность другого человека.

Вариант 15

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера на установке ультразвуковой дефектоскопии, 45 лет. Стаж работы – 25 лет. Живет рядом с заводом, ходит пешком –35 мин., переходит через оживленную автомагистраль.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 24. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 1; разряд зрительной работы – 4. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 1,4. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 10% времени в наклонном положении до 30^0. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Число важных объектов наблюдения – 2. Число движений пальцев в час – 130. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 40. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану.

Вариант 16

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора установки контроля давления в системе, 61 год. Работает с 20 лет. Не курит. Живет около завода в экологически неблагоприятном районе. На работу ходит пешком. Время движения – 25 мин.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 4. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние до 5 км. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.

Вариант 17

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели контролера оптико-волокнистых жгутов, 60 лет. Стаж работы – 40 лет. Курит по 20 сигарет в течение 25 лет. Тратит на дорогу 45 мин., ездит на автобусе. Живет за городом.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 19. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 7. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 35. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 18

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора стенда КИП, 36 лет. Стаж работы – 16 лет. Курит по 15 сигарет на протяжении 20 лет. Живет за городом, ездит на собственном автомобиле к месту работы, затрачивая на дорогу 40 мин.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 22. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 70. Число важных объектов наблюдений – 3. Число движений пальцев в час – 260. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 19

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели техника, работающего для определения механических свойств изделий, 57 лет. Стаж работы 37 лет. Курит по 25 сигарет в день с 17 лет. Живет рядом с заводом, доходит к месту работы за 25 мин., переходит через ж/д пути и оживленную автотрассу.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 25–26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 1. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% от продолжительности смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.

Вариант 20

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора стенда контроля авиационных двигателей – 58 лет. Работает с 22 лет. Курит с 19 лет по 20 сигарет в день. Живет за городом, ездит на работу на метро и троллейбусе – 1,2 часа.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 26–27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – >1; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 6. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от

продолжительности рабочей смены – 40. Число важных объектов наблюдения – 5. Вибрация, превышение ПДУ, дБ – 4. Число движений пальцев в час – 100. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 35. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК – 2.

Вариант 21

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера – исследователя в центральной заводской лаборатории, 55 лет. Стаж работы – 30 лет. Не курит, живет за городом, в экологически чистом районе. Добирается к месту работы на общественном транспорте за 1,4 ч.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 25–26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,45; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 7. Число движений пальцев в час 120. Монотонность: число приемов в операции – 7; длительность повторяющихся операций, с – 60. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.

Вариант 22

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника вычислительного центра, 33 лет. Работает с 23 лет. Курит с 15 лет по 20 сигарет в день. Живет недалеко от ВЦ, добирается к месту работы на велосипеде за 15 минут.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 95. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Вариант 23

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора при работе с электронным микроскопом, 56 лет. Стаж работы 30 лет. Курит по 25

сигарет в день в течение 35 лет. Живет в экологически неблагоприятном районе, далеко от места работы. Добирается к месту работы на личном автомобиле за 1,3 часа.

Условия на рабочем месте. Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 24–25. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Статическая физическая нагрузка на две руки, Н · с – $5 \cdot 10^5$. РМ стационарное, поза свободная. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 65. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка обусловлена тревогой за безопасность другого человека.

Практическая работа № 5
ОПАСНЫЕ ЗОНЫ

Цель работы: освоить методику расчета опасных зон при работе.

Под опасными зонами понимают зоны, отличающиеся повышенным риском для здоровья и жизни людей, в которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

Среди опасных зон особое место занимают зоны постоянно действующих опасностей. К ним относятся территории возле неизолированных токоведущих частей установок, вблизи неогражденных перепадов высот от 1,3 м и выше, зоны, характеризующиеся превышением ПДК загрязняющих веществ в воздухе, в том числе взрывоопасные зоны.

К зонам потенциально опасных производственных факторов принято относить территории вблизи строящихся объектов, этажи или ярусы, над которыми происходит монтаж или демонтаж оборудования или конструкций, зоны перемещения машин и оборудования, а также перемещения грузов кранами.

В зависимости от взаимного расположения объекта защиты (человека) и опасной зоны на производстве выделяют 4 принципиальные схемы взаимодействия ОЗ-Ч (рис. 5.1).

Первый вариант характеризует безопасную ситуацию на производстве, при которой работа персонала осуществляется в дистанционной форме. Примером может служить работа оператора АСУ, профессиональная деятельность которого тесно связана с контролем, слежением и управлением производственными процессами при помощи компьютерной техники и системы удаленных датчиков.

Второй вариант наблюдается при выполнении персоналом краткосрочных или временных работ по обслуживанию, наладке или ремонту оборудования, в

результате чего объект защиты на короткий период оказывается в зоне действия опасных факторов.

Самым распространенным в условиях производства является третий вариант взаимного расположения опасной зоны и объекта защиты. В этом случае персонал осуществляет свою деятельность непосредственно в опасной зоне, используя средства индивидуальной защиты. Данный вариант характерен, например, для металлургов, находящихся в непосредственной близости от печей, электромонтеров, работающих с электросетями и т.д.

Четвертый вариант получил название условно-безопасной ситуации, которая возникает при авариях или в условиях ликвидации их последствий. В этом случае спасатель (объект защиты) работает в условиях высокого уровня опасности в течение непродолжительного периода времени. При этом он защищен от неблагоприятного воздействия опасных факторов изолирующими средствами индивидуальной защиты, а длительность его пребывания в опасной зоне определяется свойствами СИЗ.

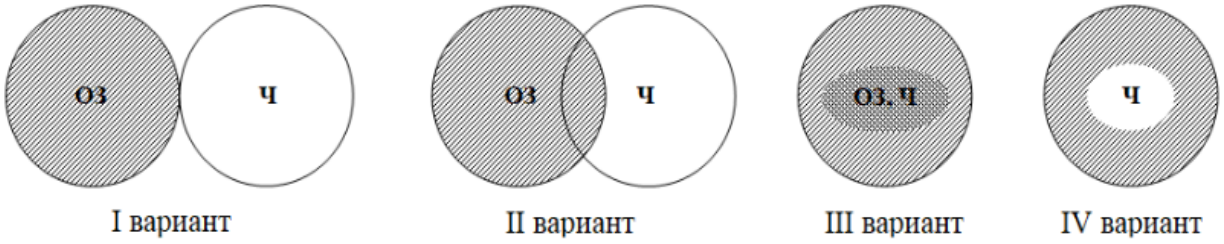

Рис. 5.1. Варианты взаимного расположения человека и опасной зоны на производстве

Среди наиболее опасных зон можно выделить зоны, связанные со строительной деятельностью. Работа кранов по подъему и перемещению грузов, экскаваторов представляет наибольшую угрозу жизни и здоровью людей.

Причинами возникновения аварийных ситуаций на строительных площадках могут являться:

– неверный подбор и привязка кранов;

– неправильное определение границ опасной зоны работ;

– нарушение техники безопасности при прохождении в опасных зонах;

– отсутствие или недостаточность разработки мероприятий по ограничению нахождения в опасных зонах;

– нарушение правил установки кранов вблизи ЛЭП и выемок;

– нарушение правил проведения погрузочно-разгрузочных работ и т.д.

В целях сохранения здоровья персонала, работающего на строительной площадке, а также проходящих вблизи стройки людей, проводится расчет границ опасных зон с последующим установлением ограждений и иных средств защиты. Рассмотрим более подробно определение границ опасной зоны при подъеме грузов башенным краном и границ опасной зоны вблизи выемок грунта.

1. Определение границ опасной зоны при работе башенного крана.

При работе грузоподъемных машин выделяют три вида зоны:

– зона обслуживания крана;

– опасная зона, возникающая при перемещении грузов;

– опасная зона, возникающая в результате перемещения движущихся частей грузоподъемных машин.

Границы опасной зоны башенных кранов определяются по формулам:

$$L = 1_п + 2(R + S_Н), \quad (5.1)$$

$$B = b + 2(R + S_Н), \quad (5.2)$$

где L – длина опасной зоны, м;

B – ширина опасной зоны, м;

$l_п$ – длина подкранового пути, м. Кратна длине монтажного звена 12,5 м;

b – ширина колеи, м. Ш*ирина колеи* составляет 3,8, 4,0, 4,5 и 5,0 м;

R – максимальный вылет крюка, м;

$S_Н$ – отлет груза при его падении с высоты.

Приближённо отлет компактного груза при безветренной погоде при падении с высоты h от точки его подвешивания может быть определен по формуле:

$$S_н = 0{,}32\omega R\sqrt{h}, \quad (5.3)$$

где ω – угловая скорость вращения стрелы, $с^{-1}$.

Для плит и панелей высокой парусности при ветреной погоде:

$$S'_н = R + S_н. \quad (5.4)$$

Задача 1

Требуется оценить возможную опасную зону при работе башенного крана на вылете R=11м, при подъеме груза на высоту 12 м, при угловой скорости вращения стрелы $\omega = 0{,}1\ с^{-1}$. Длина подкранового пути составляет 25 м, ширина колеи составляет 4,0 м.

Решение

Отлет груза вычисляем по формуле (5.3):

$S_Н = 0{,}32 \cdot 0{,}1 \cdot 11 \cdot \sqrt{12} = 1{,}2$ м.

Длина опасной зоны вычисляется по формуле (5.1):

$L = 25 + 2(11 + 1{,}2) = 49{,}4$ м ≈ 50 м.

Ширина опасной зоны вычисляется по формуле (5.2):

$B = 4 + 2(11 + 1{,}2) = 28{,}4$ м ≈ 29 м.

Для плит и панелей высокой парусности при ветреной погоде:
$S'_н = 11 + 1,2 = 12,2$ м.
Длина опасной зоны вычисляется по формуле (5.1):
$L = 25 + 2(11 + 12,2) = 71,4$ м ≈ 72 м.
Ширина опасной зоны вычисляется по формуле (5.2):
$B = 4 + 2(11 + 12,2) = 50,4$ м ≈ 51 м.

2. Расчёт границ опасной зоны вблизи выемок грунта

Граница опасной зоны вблизи выемок с откосами, разрабатываемых без механических креплений, связана с возможным обрушением грунта на берму. Берма – это полоса грунта, не засыпанная землёй из траншеи. Она располагается между самим откосом начала траншеи и отвалом земли, вынутой из траншеи. Главное предназначение бермы – это защита полости траншеи от попадания в неё грунта из отвала (рис. 5.2).

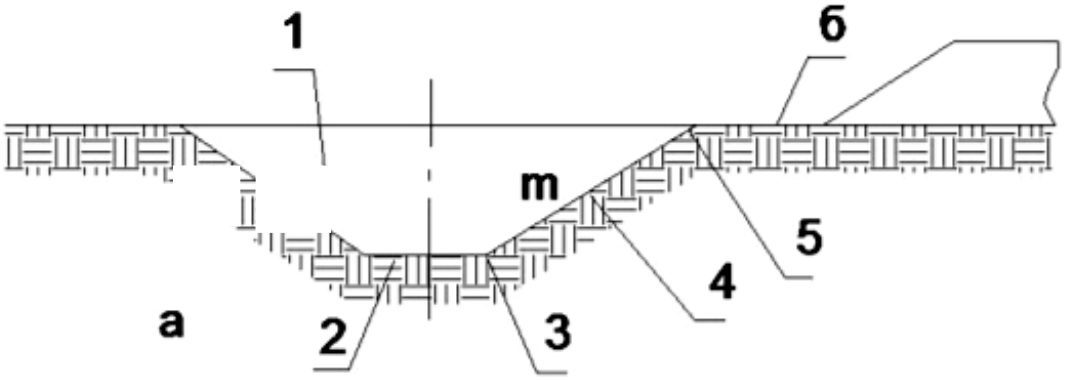

Рис. 5.2. Выемка: 1 – поперечное сечение выемки; 2 – дно выемки; 3 – подошва откоса выемки; 4 – откос выемки; 5 – бровка выемки; 6 – берма

При определении границ опасной зоны учитывают вид грунта, на котором ведутся работы, и крутизну откосов.

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае отсутствия пригрузки бермы можно определить по формуле:

$$1_Н = 1,2h\alpha + l, \qquad (5.5)$$

где h – глубина выемки, м;

α – коэффициент заложения откоса, который принимается по данным табл. 5.1.

Таблица 5.1

Коэффициент заложения откоса, α

Грунт	Коэффициент заложения откоса, α при глубине выемки h, не более, м		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотняемый	0,67	1	1,25
Песчаный и гравийный	0,5	1	1
Смешанный	0,25	0,67	0,85
Глина и суглинок	0	0,5	0,5
Лесс и лессовидный	0	0,25	0,5

Положение границы опасной зоны относительно подошвы выемки в случае пригрузки бермы весом строительных машин может быть определено через наименьшее допустимое приближение опоры крана $1_н$ (конца гусеницы, колеса) к основанию откоса по табл. 5.2.

Таблица 5.2

Наименьшее допустимое расстояние до подошвы траншеи

Глубина выемки, м	Наименьшее допустимое расстояние $1_н$, м			
	Песчаный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

В случае если глубина выемки более 5 м, то расстояние от основания ее откоса до опорных конструкций крана определяется расчетным путем с обязательным укреплением.

Задача 2

Требуется определить положение границы опасной зоны на берме выемки глубиной 3 м в суглинистых фунтах.

Решение

1. По исходным данным находим по табл. 5.1 значение коэффициента заложения α =0,5.

2. Вычисляем границы опасной зоны от возможной призмы обрушения на берме, свободной от нагрузки:

$1_н = 1,2 \cdot 3 \cdot 0,5 + 1 = 2,8$ м.

3. По табл. 5.2 наименьшее допустимое приближение к подошве незакрепленного откоса $1_н$ = 3,25 м, в котором учитывается дополнительная пригрузка бермы массой строительной машины (крана).

4. Принимаем положение границы опасной зоны для двух случаев:
– берма выемки свободна от нагрузки – $1_н$ = 2,8 м;
– берма выемки имеет нагрузку – $1_н$ = 3,25 м.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите методики расчета опасных зон.
2. Выполните расчет опасных зон:
1) при работе башенного крана;
2) для выемок.
Исходные данные для расчета приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Исходные данные для выполнения расчета опасных зон

Вариант	Задача 1					Задача 2	
	Высота подъема груза, м	Угловая скорость вращения крана, $с^{-1}$	Длина подкранового пути, м	Ширина колеи, м	Вылет стрелы, м	Глубина выемки	Тип почвы
1	10	0,3	12,5	3,8	15	0,9; 2	Глинистый
2	15	0,2	25	4,0	20	0,8; 4	Супесчаный
3	8	0,6	37,5	4,5	25	1,2; 3	Суглинистый
4	20	0,5	50	5,0	30	1; 2,1	Песчаный
5	18	0,2	12,5	3,8	15	1; 5	Глинистый
6	16	0,3	25	4,0	20	2,3; 4	Супесчаный
7	14	0,9	37,5	4,5	25	0,9; 5	Суглинистый
8	25	0,2	50	5,0	30	1; 4	Песчаный
9	19	0,6	12,5	3,8	15	0,9; 2	Глинистый
10	24	0,5	25	4,0	20	0,8; 4	Супесчаный
11	11	0,7	37,5	4,5	25	1; 5	Суглинистый
12	12	0,1	50	5,0	30	0,9; 2	Песчаный
13	26	0,3	12,5	3,8	15	2,3; 3	Глинистый
14	28	0,4	25	4,0	20	1; 2,1	Супесчаный
15	22	0,7	37,5	4,5	25	0,8; 4	Суглинистый
16	5	0,8	12,5	3,8	15	0,9; 2	Глинистый
17	29	0,2	25	4,0	20	0,8; 4	Супесчаный
18	23	0,9	37,5	4,5	25	1,2; 3	Суглинистый
19	17	0,5	50	5,0	30	1; 2,1	Песчаный
20	12	0,3	12,5	3,8	15	1; 5	Глинистый
21	27	0,6	25	4,0	20	2,3; 4	Супесчаный
22	13	0,2	37,5	4,5	25	1; 4	Суглинистый
23	10	0,5	50	5,0	30	0,9; 2	Песчаный
24	25	0,4	25	3,8	15	0,8; 4	Песчаный

Практическая работа № 6
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ, НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: дать оценку воздействия вредных веществ на организм человека.

Для обеспечения жизнедеятельности человека необходима воздушная среда определенного качественного и количественного состава. Нормальный газовый состав воздуха следующий (об. %): азот – 78,02; кислород – 20,95; углекислый газ – 0,03; аргон, неон, криптон, ксенон, радон, озон, водород – суммарно до 0,94. В реальном воздухе, кроме того, содержатся различные примеси (пыль, газы, пары), оказывающие вредное воздействие на организм человека.

Основной физической характеристикой примесей в атмосферном воздухе и воздухе производственных помещений является концентрация массы (мг) вещества в единице объема ($м^3$) воздуха при нормальных метеорологических условиях.

От вида, концентрации примесей и длительности воздействия зависит их влияние на природные объекты. Нормирование содержания вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.) в воздухе проводят по предельно допустимым концентрациям (ПДК).

ПДК – максимальная концентрация вредных веществ в воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдаленные последствия).

Содержание вредных веществ для воздуха рабочей зоны производственных помещений нормируется по ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов нормируют по максимально разовой и среднесуточной концентрации примесей.

$ПДК_{max}$ – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлекторных реакций человека (ощущение запаха, световая чувствительность и др.) при кратковременном воздействии (не более 30 мин.).

$ПДК_{сс}$ – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вредного вещества при воздействии более 30 мин.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 40 час. в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или

отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований, в период работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ПДК, как правило, устанавливают на уровне в 2...3 раза более низком, чем порог хронического действия, при этом учитывают возможность ингаляционного отравления, проникновения яда через неповрежденную кожу, его накопления в организме.

Классификация вредных веществ по степени опасности зависит от показателей токсичности веществ и включает в себя четыре класса:

1 – это чрезвычайно опасные вещества, для них ПДК < 0,1 мг/м^3, например, свинец, ртуть имеют ПДК = 0,01 мг/м^3;

2 – высокоопасные вещества, ПДК = 0,1...1,0 мг/м^3, например, марганец ПДК = 0,3 мг/м^3;

3 – умеренноопасные ПДК = 1,0...10 мг/м^3, например, азота диоксид ПДК = 2 мг/м^3;

4 – малоопасные, ПДК > 10 мг/м^3, например, угарный газ имеет ПДК = 20 мг/м^3.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методикой.
2. Заполнить табл. 6.1.
3. Сопоставить заданные по варианту концентрации вещества с предельно допустимыми и сделать вывод о соответствии нормам содержания каждого из веществ: «менее ПДК», «более ПДК», «равно ПДК», обозначая соответствие нормам знаком «+», а несоответствие знаком «−».
4. Сделать вывод.

Таблица 6.1

Исходные данные и нормируемые значения содержания вредных веществ

Вариант	Вещество	Концентрация вредного вещества				Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ		
		Фактическая	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населенных пунктов				В воздухе рабочей зоны	В воздухе населенных пунктов при времени воздействия	
				Максимально разовая < 30 мин.	Среднесуточная >30 мин.				<30 мин.	>30 мин.

Таблица 6.2

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м^3

Вещество	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населенных пунктов		Класс опасности	Особенности воздействия
		Максимально разовая; воздействие <30 мин.	Среднесуточная; воздействие >30 мин.		
Азота диоксид	2	0,085	0,04	2	О
Азота оксиды	5	0,6	0,06	3	О
Азотная кислота	2	0,4	0,15	2	–
Акролеин	0,2	0,03	0,03	3	–
Алюминия оксид	6	0,2	0,04	4	Ф
Аммиак	20	0,2	0,04	4	–
Ацетон	20	0,2	0,04	4	–
Аэрозоль ванадия пентооксида	0,1	–	0,002	1	–
Бензол	5	1,5	0,1	2	К
Винилацетат	10	0,15	0,15	3	–
Вольфрам	6	–	0,1	3	Ф
Вольфрамовый ангидрид	6	–	0,15	3	Ф
Гексан	300	60	–	4	–
Дихлорэтан	10	3	1	2	–
Кремния диоксид	1	0,15	0,06	3	Ф
Ксилол	50	0,2	0,2	3	Ф
Метанол	5	1	0,5	3	–
Озон	0,1	0,16	0,03	1	О
Полипропилен	10	3	3	3	–
Ртуть	0,01–0,005	–	0,0003	1	–
Серная кислота	1	0,3	0,1	2	–
Сернистый ангидрид	10	0,5	0,05	3	–
Сода кальцинированная	2	–	–	3	–
Соляная кислота	5	–	–	2	–
Толуол	50	0,6	0,6	3	–
Углерода оксид	20	5	3	4	Ф
Фенол	0,3	0,01	0,003	2	–
Формальдегид	0,5	0,035	0,003	2	О, А
Хлор	1	0,1	0,03	2	О
Хрома оксид	1	–	–	3	А
Хрома триоксид	0,01	0,0015	0,0015	1	К, А
Цементная пыль	6	–	–	4	Ф
Этилендиамин	2	0,001	0,001	3	–
Этанол	1000	5	5	4	–

Примечание: О – вещества с остронаправленным действием, за содержанием которых в воздухе требуется автоматический контроль; А – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях; К – канцерогены; Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

Таблица 6.3

Варианты заданий

Вариант	Вещество	Фактическая концентрация	Вариант	Вещество	Фактическая концентрация	Вариант	Вещество	Фактическая концентрация
01	Фенол	0,001	02	Аммиак	0,01	03	Акролеин	0,01
	Азота оксиды	0,1		Ацетон	150		Дихлорэтан	4
	Углерода оксид	10		Бензол	0,05		Хлор	0,02
	Вольфрам	5		Озон	0,001		Углерода оксид	10
	Полипропилен	5		Дихлорэтан	5		Сернистый ангидрид	0,03
	Ацетон	0,5		Фенол	0,5		Хрома оксид	0,1
04	Озон	0,01	05	Этиловый спирт	150	06	Азота диоксид	0,04
	Метиловый спирт	0,2		Сернистый ангидрид	0,5		Сернистый ангидрид	0,5
	Ксилол	0,5		Озон	0,01		Хрома оксид	0,2
	Азота диоксид	0,5		Серная кислота	0,05		Аммиак	0,5
	Формальдегид	0,01		Соляная кислота	5		Ртуть	0,001
	Толуол	0,05		Углерода оксид	15		Акролеин	0,01
07	Акролеин	0,01	08	Ацетон	0,3	09	Метанол	0,3
	Дихлорэтан	5		Фенол	0,005		Этанол	100
	Озон	0,01		Формальдегид	0,02		Цементная пыль	200
	Углерода оксид	15		Полипропилен	8		Углерода оксид	15
	Формальдегид	0,02		Толуол	0,07		Ртуть	0,001
	Вольфрам	4		Винилацетат	0,15		Ксилол	0,5
10	Аммиак	0,5	11	Азота диоксид	5	12	Хлор	0,02
	Азота диоксид	1		Озон	0,001		Хрома триоксид	0,1
	Вольфрамовый ангидрид	5		Сода кальцинированная	1		Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,1
	Хрома оксид	0,2		Дихлорэтан	5		Углерода оксид	10
	Озон	0,001		Углерода оксид	10		Азота диоксид	1
	Дихлорэтан	5		Ртуть	0,001		Озон	0,1

13	Азота диоксид	0,5	14	Акролеин	0,01	15	Углерода оксид	10
	Ацетон	0,2		Дихлорэтан	5		Этилендиамин	0,1
	Бензол	0,05		Хлор	0,01		Аммиак	0,1
	Фенол	0,01		Хрома триоксид	0,1		Азота диоксид	5
	Углерода оксид	10		Ксилол	0,3		Ацетон	100
	Винилацетат	0,1		Ацетон	150		Бензол	0,05
16	Серная кислота	0,5	17	Аммиак	0,001	18	Ацетон	0,2
	Вольфрам	5		Азота оксиды	0,1		Углерода оксид	15
	Кремния диоксид	0,2		Вольфрам	4		Кремния диоксид	0,2
	Фенол	0,01		Алюминия оксид	5		Фенол	0,003
	Ацетон	0,2		Углерода оксид	5		Формальдегид	0,02
	Озон	0,001		Фенол	0,01		Толуол	0,5
19	Азота оксиды	0,1	20	Углерода оксид	10	21	Азотная кислота	0,5
	Алюминия оксид	5		Азота диоксид	1,0		Толуол	0,6
	Фенол	0,01		Формальдегид	0,02		Винилацетат	0,15
	Бензол	0,05		Акролеин	0,01		Углерода оксид	10
	Формальдегид	0,01		Дихлорэтан	5		Алюминия оксид	5
	Винилацетат	0,1		Озон	0,02		Гексан	0,01
22	Сернистый ангидрид	0,5	23	Алюминия оксид	5	24	Аммиак	0,05
	Серная кислота	0,05		Азота оксиды	0,1		Азота оксид	0,1
	Вольфрамовый ангидрид	5		Формальдегид	0,02		Алюминия оксид	5
	Хрома оксид	0,2		Винилацетат	0,1		Углерода оксид	15
	Азота диоксид	0,05		Бензол	0,05		Фенол	0,005
	Аммиак	0,5		Фенол	0,005		Вольфрам	4
	Азота диоксид	5		Азота диоксид	1		Азота диоксид	0,5
	Хрома оксид	0,2		Углерода оксид	15		Хрома оксид	0,18
	Ксилол	0,5		Хлор	0,2		Соляная кислота	4
	Ртуть	0,0005		Хрома триоксид	0,09		Серная кислота	0,04
	Гексан	0,01		Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05		Сернистый ангидрид	0,4

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Милованова О.В. Ноксология: практикум / О.В. Милованова, Н.С. Попов. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. – 80 с.
2. Кривова М.А. Основы защиты от опасностей (прикладная ноксология): учебное пособие / М.А. Кривова, Д.А. Мельникова, Г.Н. Яговкин; под ред. Г.Н. Яговкина. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 88 с.
3. Коробенкова А.Ю. Ноксология: учебное пособие / А.Ю. Коробенкова, М.В. Леган. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 88 с.
4. Ноксология: учебник / Е.Е. Барышев, А.А. Волкова, Г.В. Тягунов, В.Г. Шишкунов; под ред. Е.Е. Барышева. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 160 с.
5. Титаренко И.Ж. Ноксология: учебное пособие / И.Ж. Титаренко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – 171 с.
6. Белов С.В. Ноксология: учебник для бакалавров / С.В. Белов, ЕН. Симакова. – М.: Изд-во «Юрайт», 2012. – 429 с.
7. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С.В. Белов. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Изд-во «Юрайт», 2011. – 680 с.
8. Сивова Е.В. Ноксология: учеб.-метод. пособие / Е.В. Сивова, Г.К. Ивахнюк. – СПб.: СПБГТИ(ТУ), 2012. – 91 с.
9. Леган М.В. Ноксология. Опасности и их количественная оценка: учебное пособие / М.В. Леган, А.Ю. Коробенкова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 58 с.

Антонова И.И.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к практическим занятиям по дисциплине
«НОКСОЛОГИЯ»
для бакалавров направления подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»