

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОПАСНОСТИ И ВРЕДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

**Цель работы:** освоить процедуру количественной и качественной оценки опасности и вредности производственных процессов.

### **Теоретические положения**

Основным понятием в безопасности жизнедеятельности является опасность.

*Опасность* – это негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям. Источником опасности может быть все живое и неживое, а подвергаться опасности также может все живое и неживое. Опасности не обладают избирательным свойством. При своем возникновении они негативно воздействуют на всю окружающую их материальную среду.

*Источниками опасностей* являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия людей. Опасности реализуются в виде энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени. Человек непрерывно действует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т. п.), генерируя в среде обитания антропогенные опасности. Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных опасностей - вредных и опасных (травмирующих) факторов, отрицательно действующих на человека и окружающую среду. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Опасности классифицируются по ряду признаков (табл. 1).

Сфера проявления опасностей: бытовая, производственная, культурная, научная, спортивная, дорожно-транспортная, военная и др.

Различают априорные признаки (предвестники) опасности и апостериорные (следы) признаки опасностей.

*Номенклатура опасностей* – перечень названий, терминов, систематизированный по определенному признаку. При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов (производств, цехов, рабочих мест, процессов, профессий и т. д.). Так Всемирная Организация Здравоохранения представляет в алфавитном порядке общую номенклатуру всех видов опасностей.

*Таблица 1*  
Классификация опасностей

Признак классификации	Вид (класс)
1	2
По видам источников возникновения	Природные Антропогенные Техногенные Экологические Смешанные
По видам потоков в жизнедеятельности	Энергетические Массовые Информационные
По величине потоков в жизнедеятельности	Допустимые Предельно допустимые Опасные Чрезвычайно опасные
По моменту возникновения опасности	Прогнозируемые Спонтанные
По длительности воздействия опасности	Постоянные Переменные Периодические Кратковременные
По размерам зоны воздействия	Локальные Региональные Межрегиональные Глобальные
По объектам негативного воздействия	Действующие на человека Действующие на природную среду Действующие на материальные ресурсы Комплексного воздействия
По характеру воздействия на человека	Механические Физические Химические Биологические Психофизиологические
По количеству людей, подверженных опасному воздействию	Личные Групповые (коллективные) Массовые
По способности человека идентифицировать опасности органами чувств	Ощущимые Неощущимые
По виду негативного воздействия на человека	Вредные Травмоопасные
По приносимому ущербу	Социальный Технический Экологический Экономический

*Под идентификацией опасностей* понимается процесс обнаружения установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности. В процессе идентификации выявляются номенклатура опасностей, вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и др. параметры, необходимые для решения конкретной задачи.

*Квантификация опасностей* – это введение количественных характеристик для оценки сложных, качественно определяемых понятий. Применяются численные, балльные и другие приемы квантификации. Наиболее распространенной оценкой опасности является риск.

Опасности носят потенциальный, т. е. скрытый характер. Условия, при которых реализуются потенциальные опасности, называются *причинами*. Причины характеризуют совокупность обстоятельств, благодаря которым опасности проявляются и вызывают те или иные нежелательные *последствия*, ущерб. Формы ущерба или нежелательные последствия, разнообразны: травмы различной тяжести, заболевания, определяемые современными методами, урон окружающей среде и др.

Триада «опасность - причины - нежелательные последствия» – это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб (последствие). Наличие потенциальных опасностей находится свое отражение в аксиоме: Жизнедеятельность человека потенциально опасна.

Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности.

*Безопасность* – это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключено, проявление опасностей.

*Безопасность жизнедеятельности (БЖД)* – это научная дисциплина, изучающая опасности и способы защиты от них человека в любых условиях его обитания. При этом решаются следующие задачи:

- идентификация и описание зон воздействия опасностей техносферы и отдельных ее элементов (предприятия, машины, приборы и т. п.);

- разработка и использование наиболее эффективных систем и методов защиты от опасностей;

- формирование систем контроля опасностей и управления состоянием безопасности техносферы;

- разработка и реализация мер по ликвидации последствий проявления опасностей;

- организация обучения населения основам безопасности и подготовка специалистов по безопасности жизнедеятельности.

Объектом анализа опасностей является система «человек - машина - окружающая среда», в которую объединены технические объекты, люди и

окружающая среда, взаимодействующие друг с другом. Самым простым является локальное взаимодействие, которое осуществляется при контакте человека с техникой в домашних условиях, на работе, во время движения, а также взаимодействие между отдельными промышленными предприятиями. Анализ опасностей делает их предсказуемыми и, следовательно, их можно предотвратить соответствующими мерами.

Анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, последовательность развития событий, величину риска, величину последствий, пути предотвращения, смягчения последствий и т. д.

На практике анализ опасностей начинается с глубокого исследования, позволяющего идентифицировать источники опасностей, и заканчивается планированием предупредительных мероприятий.

Установление логических связей между качественным и количественным анализом необходим для расчета вероятности возникновения опасности.

Методы расчета вероятностей и статистический анализ являются составляющими количественного анализа опасностей.

*Качественные методы анализа опасностей* включают:

- предварительный анализ опасностей;
- анализ последствий отказов;
- анализ опасностей с помощью дерева причин;
- анализ опасностей с помощью дерева последствий;
- анализ опасностей методом потенциальных отклонений;
- анализ ошибок персонала;
- причинно-следственный анализ.

Выбор того или иного качественного метода анализа зависит от:

- преследующей цели;
- предназначения объекта;
- сложности объекта.

*Последовательность изучения опасностей:*

- предварительный анализ опасности;
- выявление источников опасности;
- определение части системы, которые могут вызывать эти опасности;
- введение ограничения на анализ, т. е. исключение опасностей, которые не будут изучаться;
- выявление последовательности опасных ситуаций, построение дерева событий и опасностей;
- анализ последствий.

Все производственные процессы являются опасными и вредными и необходимо уметь их анализировать.

Под потенциальной опасностью и вредностью производственных процессов следует понимать наличие опасных и вредных производственных

факторов, воздействие которых на человека может привести к производственной травме и профессиональному заболеванию.

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

*Опасный (травмирующий) фактор* – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Потенциальная опасность и вредность производственных процессов позволяет оценить экономические потери предприятия, которые могли иметь место, если бы не было системы защиты.

Использование понятия «потенциальная опасность и вредность производственных процессов» в инженерных расчетах по охране труда предполагает наличие ее количественной оценки.

Так как потенциальная опасность и вредность есть, не что иное, как вероятная мера возможности двух событий (травмы и профессиональные заболевания), то их количественную оценку целесообразно определять, через вероятность.

### **Количественная оценка потенциальной опасности производственных процессов**

Вероятность наличия  $i$ -го опасного фактора может быть определена по формуле:

$$P_{v_i} = P_i^v P_i^p \quad (1)$$

где  $P_i^v$  - вероятность действия  $i$ -го опасного фактора;

$P_i^p$  - вероятность нахождения работающего в зоне действия  $i$ -го опасного фактора.

Вероятность действия опасного фактора и вероятность нахождения работающего в зоне его действия определяются по формулам:

$$P_i^v = \frac{t_i^v}{T_{cm}} \text{ и } P_i^p = \frac{t_i^p}{T_{cm}} \quad (2)$$

где  $t_i^v$  и  $t_i^p$  - время действия  $i$ -го опасного фактора и время нахождения работающего в зоне действия  $i$ -го опасного фактора за время рабочей смены  $T_{cm}$ .

Подставив формулы (2) в формулу (1) получим вероятность действия на работающих  $i$ -го опасного фактора:

$$P_{v_i} = P_i^v P_i^p = \frac{t_i^v}{T_{cm}} \cdot \frac{t_i^p}{T_{cm}} = \frac{1}{T_{cm}^2} (t_i^v \cdot t_i^p) \quad (3)$$

При наличии 2, 3, ... n опасных факторов вероятность их действия определяется по формулам:

$$P_v(2) = P_{v_2} + P_{v_1} - P_{v_2} \cdot P_{v_1}$$

$$P_v(3) = P_{v_3} + P_{v_2} - P_{v_3} \cdot P_{v_2}$$

---


$$P_v(n) = P_{v_n} + P_{v_{n-1}} - P_{v_n} \cdot P_{v_{n-1}} \quad (4)$$

На рис. 1 приведена зависимость вероятностей действия на работающих n опасных факторов.

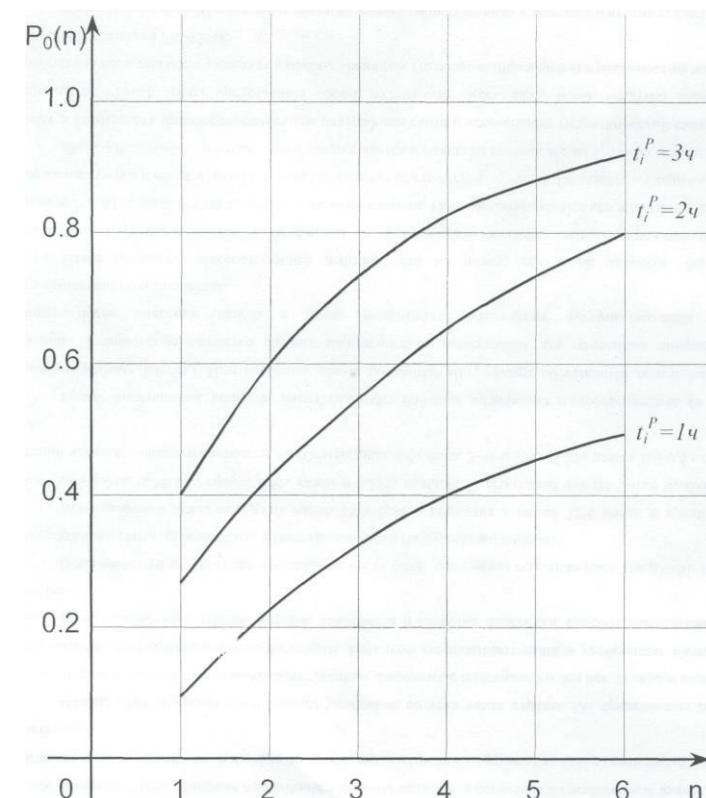


Рис. 1. Зависимость  $P_0(n)$  действия  $i$ -го числа

опасных факторов при  $t_i^p = \text{const.}$

Зная вероятности действия опасных факторов на работающих, можно определить опасность производственного процесса в целом:

$$P_{nn}^0 = \frac{N_1 P_0(1) + N_2 P_0(2) + \dots + N_n P_0(n)}{N} \quad (5)$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_n$  - количество работающих, подвергающихся действию 1, 2, ..., n факторов;

$P_0(1), P_0(2), \dots, P_0(n)$  - вероятность действия на работающих 1, 2, ..., n факторов;

N - общая численность работающих:

$$N = N_v + N_x + N_2 + \dots + N_n \quad (6)$$

### Количественная оценка потенциальной вредности производственных процессов

Вероятность действия  $j$ -го вредного фактора может быть определена по формуле:

$$P_{bj} = P_j^b P_j^p P_j^{nc} \quad (7)$$

где  $P_j^b$  - вероятность наличия в рабочей зоне  $j$ -го вредного фактора (вещества);

$P_j^p$  - вероятность нахождения человека в зоне действия  $j$ -го вредного фактора;

$P_j^{nc}$  - поражающая способность  $j$ -го вредного фактора (вещества).

Вероятность наличия в рабочей зоне  $j$ -го вредного вещества:

$$P_j^b = \frac{t_j^b}{T_{cm}} \quad (8)$$

где  $t_j^b$  - время действия  $j$ -го вредного вещества в течение рабочей смены.

Вероятность нахождения человека в зоне действия  $j$ -го вредного фактора:

$$P_j^p = \frac{t_j^p}{T_{cm}} \quad (9)$$

где  $t_j^p$  - время нахождения человека в зоне действия вредного фактора в течение рабочей смены.

Поражающая способность  $j$ -го вредного вещества:

$$P_j^{nc} = \frac{d_j}{D_j} \quad (10)$$

где  $d_j$  - фактическое содержание  $j$ -го вредного вещества;

$D_j$  - предельное ее содержание  $j$ -го вредного вещества.

Предельное содержание - это такое количество вредного вещества, при котором работающие подлежат немедленной эвакуации из опасной зоны.

Подставив в формулу (7) значения  $P_j^b$ ,  $P_j^p$ ,  $P_j^{nc}$  получим:

$$P_{bj} = \frac{t_j^b \cdot t_j^p \cdot d_j}{T_{cm}^2 \cdot D_j} \quad (11)$$

Вероятность вредного воздействия т вредных факторов определяется по формуле:

$$P_b(m) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{b_j}) \quad (12)$$

На рис. 2 приведена зависимость возможности воздействия на человека т вредных факторов.

Зная вероятность действия вредных факторов на работающих, можно определить вредность производственного процесса в целом:

$$P_{nn}^b = \frac{N_1 P_b(1) + N_2 P_b(2) + \dots + N_m P_b(m)}{N} \quad (13)$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_m$  - количество работающих в зоне действия 1, 2, ..., m вредных факторов:

$N$  – общая численность работающих.

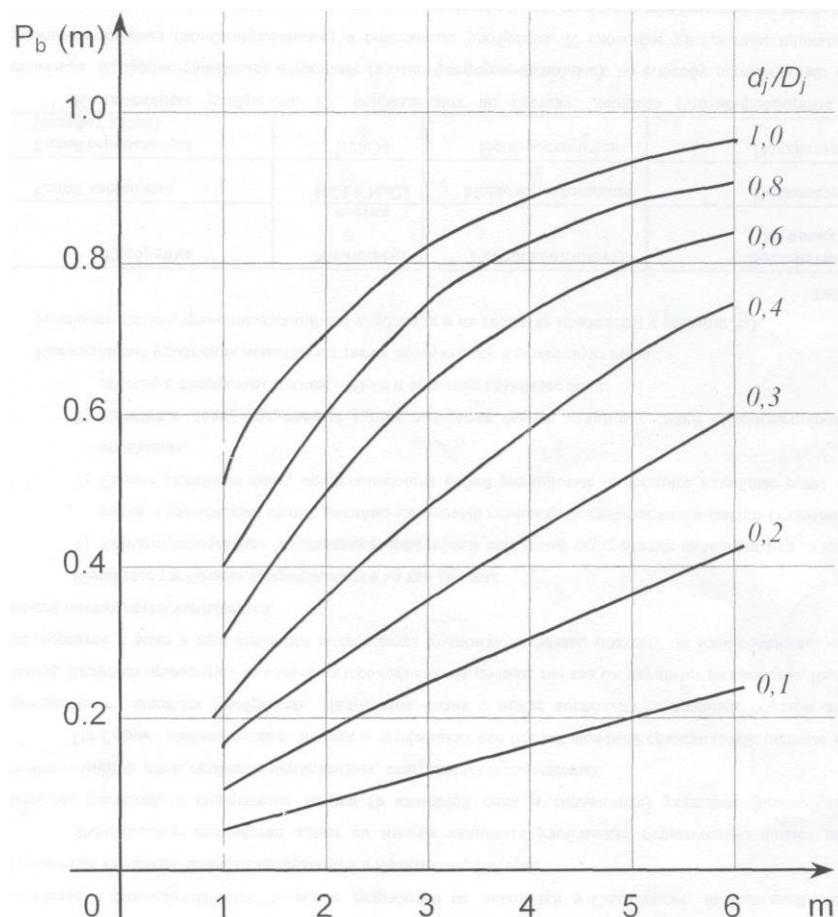


Рис. 2. Зависимость  $P_b(m)$  от  $m$ -го числа вредных факторов и  $d_j / D_j$  ( $t_j^b$  и  $t_j^p = \text{const}$ ).

$$N = N_b + N_1 + N_2 + \dots + N_m, \quad (14)$$

где  $N_b$  – количество работающих, не подвергающихся действию вредных факторов.

### **Экономическая оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов**

Наличие потенциальной опасности и вредности производственных процессов ведет к существенным потерям, которые в общем случае равны:

$$\nu_{nn} = \nu_{no} = \nu_{nb}, \quad (15)$$

где  $\nu_{no}$  – потери, обусловленные действием опасных факторов;

$\nu_{nb}$  – потери, обусловленные действием вредных факторов.

Потери от действия  $n$  опасных факторов за время «жизни» производственного процесса (Т) определяются, по формуле:

$$\nu_{no} = \frac{T}{T_{cm}} \sum_{i=1}^n N_i^v P_v(i) C_{v_i} \quad (16)$$

где  $N_i^v$  - количество работающих в зоне действия  $i$ -го числа вредных факторов;

$P_v(i)$  - вероятность действия  $i$ -го числа вредных факторов;

$C_{v_i}$  - потери от действия на работающих  $i$ -го числа вредных факторов;

$n$  - количество вредных факторов.

Потери от действия  $m$  вредных факторов за время «жизни» производственного процесса (Т) равны:

$$\nu_{nb} = \frac{T}{T_{cm}} \sum_{j=1}^m N_j^b P_b(j) C_{b_i} \quad (17)$$

где  $N_j^b$  - количество работающих в зоне действия  $j$ -го числа вредных факторов;

$P_b(j)$  - вероятность действия  $j$ -го числа вредных факторов;

$C_{b_i}$  - потери от действия на работающих  $j$ -го числа вредных факторов;

$m$  - количество вредных факторов.

Подставив в формулу (15) значения  $\nu_{no}$  и  $\nu_{nb}$  получим суммарные потери:

$$\nu_{nn} = \frac{T}{T_{cm}} \left[ \sum_{i=1}^n N_i^v P_v(i) C_{v_i} + \sum_{j=1}^m N_j^b P_b(j) C_{b_i} \right] \quad (18)$$

### **Порядок выполнения работы**

1. Внимательно изучить теоретические положения и методику выполнения расчета.
2. Выбрать вариант задания по таблице. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале.
3. Выписать исходные данные.

4. Выполнить расчеты потенциальной опасности и сделать выводы.

### Задание 1

Дать количественную оценку потенциальной опасности производственного процесса, имеющего технологические переходы в зоне действия кинетической энергии (автодорога и подъездной железнодорожный путь). Время нахождения работающих в зоне действия кинетической энергии: автодороги  $t_1^p$ (ч); подъездного пути  $t_2^p$  (ч). Количество переходов одним работающим: автодороги  $m_1$  железнодорожного пути  $m_2$ . Интенсивность движения: автомашин  $n_1$ , (1/ч), железнодорожных составов  $n_2$  (1/ч). Продолжительность рабочей смены  $T_{cm}$  (ч). Общее количество работающих  $N$  (чел), из них  $N_1$ , (чел) выполняют опасные операции. Исходные данные в таблице 2.

Определить вероятность нахождения работающих в зоне движения автотранспорта по формуле:

$$P_1^p = \frac{t_1^p m_1}{T_{cm}} \quad (19)$$

Определить вероятность нахождение работающих в зоне движения железнодорожных составов:

$$P_2^p = \frac{t_2^p m_2}{T_{cm}} \quad (20)$$

$$P_2^p = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 8}{8} = 2 \cdot 10^{-3}$$

Определить вероятность проследования автотранспортом места возможного перехода работающими автодороги:

$$P_1^v = \frac{n_1 t_1^p T_{cm}}{T_{cm}} = n_1 t_1^p \quad (21)$$

$$P_1^v = 1.2 \cdot 10^{-2}$$

Определим вероятность проследования железнодорожного составом места возможного перехода работающими железнодорожного пути:

$$P_2^v = \frac{n_2 t_2^p T_{cm}}{T_{cm}} = n_2 t_2^p \quad (22)$$

$$P_2^v = 9.6 \cdot 10^{-2}$$

Определим вероятность действия на работающих первого опасного фактора (автодорога):

$$\begin{aligned} P_{v_1} &= P_1^v \cdot P_1^p \\ P_{v_1} &= 1.875 \cdot 10^{-3} \cdot 1.2 \cdot 10^{-2} = 2.25 \cdot 10^{-5} \end{aligned} \quad (23)$$

Определим вероятность действия на работающих второго опасного фактора (подъездной железнодорожный путь):

$$P_{v_2} = P_2^v \cdot P_2^p \quad (24)$$

$$P_{v_2} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 9.6 \cdot 10^{-2} = 19.2 \cdot 10^{-5}$$

Определим вероятность совместного действия двух опасных факторов:

$$P_v(2) = P_{v_2} + P_{v_1} - P_{v_2} \cdot P_{v_1} \quad (25)$$

$$P_v(2) = 2.25 \cdot 10^{-5} + 19.2 \cdot 10^{-5} - 2.25 \cdot 10^{-5} \cdot 19.2 \cdot 10^{-5}$$

Определим потенциальную опасность производственного процесса

$$P_{nn}^0 = \frac{N_1 P_0(2)}{N} \quad (26)$$

**Таблица 2**  
Варианты заданий

Вариант	Исходные данные								
	$t_1^p$ (ч);	$t_2^p$ (ч);	$m_1$	$m_2$	$n_1, 1/\text{ч}$	$n_2, 1/\text{ч}$	$T_{\text{см}}, \text{ч}$	$N, \text{чел}$	$N_1, \text{чел}$
1	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	12	25	4	2	8	112	50
2	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	9	30	5	3	6	99	42
3	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	10	22	6	4	8	102	44
4	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	8	12	8	5	6	93	38
5	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	11	20	3	2	8	100	43
6	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	9	10	5	5	6	96	40
7	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	13	24	8	3	8	119	54
8	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	8	14	12	4	6	88	35
9	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	20	7	2	8	106	46
10	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	11	30	6	2	6	115	52
11	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	10	20	11	3	8	87	34
12	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	12	24	5	4	6	90	36
13	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	15	26	6	2	8	110	49
14	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	13	17	10	3	6	82	31
15	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	14	19	2	4	8	107	47
16	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	10	15	10	5	6	84	33
17	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	12	28	3	4	8	117	53
18	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	8	16	5	3	6	71	39
19	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	9	21	4	2	8	80	30
20	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	8	22	9	4	6	77	45
21	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	9	20	12	2	8	73	41
22	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	13	25	6	3	6	91	37
23	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	15	30	4	5	8	112	51
24	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	14	15	5	5	6	109	48
25	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	11	29	7	3	8	83	32
26	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	15	23	10	1	6	125	55
27	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	12	17	8	4	8	94	38
28	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	10	22	4	3	6	85	33
29	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	12	20	5	2	8	114	52
30	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	8	15	9	2	6	97	40

## Задание 2

Дать количественную оценку потенциальной вредности производственного процесса, при котором в воздух рабочей зоны выделяются бензол, оксид углерода и аэрозоль алюминия.

Продолжительность рабочей смены  $T_{\text{см}}$  (ч). Время действия вредного фактора  $t_j^b$  (ч). Время нахождения человека в зоне действия вредного фактора в течение рабочей смены  $t_j^p$  (ч). Фактическое содержание j-го вредного вещества  $d_j$ , ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ). Предельное содержание j-го вредного вещества  $D_j$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ). Количество работающих в зоне действия вредных факторов  $N_m$  (чел). Количество работающих, не подвергающихся действию вредных факторов  $N_b$  (чел). Общая численность работающих  $N$  (чел). Исходные данные в табл. 3.

**Таблица 3**  
**Варианты заданий**

Исходные данные		Варианты										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$t_{j1}^b$ , ч	бензол	2,0	1,5	2,5	1,2	3,0	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	
$t_{j1}^p$ ч		1,5	1,5	2,0	1,2	2,0	1,7	1,5	1,0	1,8	2,4	
$d_{j1}$ МГ/М		10	9	18	15	10	15	10	8	12	15	
$D_{j1}$ , МГ/М <sup>3</sup>		15	10	20	16	11	19	17	12	14	18	
$N_1$ , чел		20	10	20	10	30	20	15	40	10	15	
$t_{j2}^b$ , ч	оксид углерода	3,0	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	1,4	2,0	1,8	1,3	
$t_{j2}^p$ ч		2,5	0,5	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	2,0	0,8	0,9	
$d_{j2}$ МГ/М		30	30	25	35	30	25	35	35	40	45	
$D_{j2}$ , МГ/М <sup>3</sup>		40	35	30	40	35	30	38	37	45	50	
$N_2$ , чел		30	20	30	20	20	10	40	10	20	15	
$t_{j3}^b$ , ч	алюминий	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,5	3,3	3,7	4,0	3,1	
$t_{j3}^p$ ч		2,0	3,0	4,0	3,0	2,0	5,0	3,0	4,0	2,0	2,0	
$d_{j3}$ МГ/М		5,0	5,0	4,0	4,	3,0	5,0	6,0	6,0	4,0	8,0	
$D_{j3}$ , МГ/М <sup>3</sup>		8	7	6	5	4	6	8	7	5	9	
$N_3$ , чел		20	40	20	30	20	40	10	10	25	20	
$N_B$ , чел		50	30	40	60	30	40	55	30	70	70	
$T_{cm}$ , ч		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	
Исходные данные		Варианты										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
$t_{j1}^b$ , ч	бензол	2,5	2,3	1,7	1,5	3,0	2,2	1,2	2,6	1,1	1,3	
$t_{j1}^p$ ч		2,4	2,0	1,5	1,5	2,0	2,1	1,2	1,3	1,0	1,3	
$d_{j1}$ МГ/М		8	10	12	14	9	19	10	15	18	13	
$D_{j1}$ , МГ/М <sup>3</sup>		2,4	12	13	16	11	20	13	17	20	15	
$N_1$ , чел		10	20	10	20	10	30	20	20	30	20	
$t_{j2}^b$ , ч	оксид углерода	1,2	1,0	2,2	3,0	1,4	1,6	2,4	2,0	1,5	1,8	
$t_{j2}^p$ ч		1,2	0,9	2,0	2,8	1,0	1,5	2,2	2,0	0,8	0,9	
$d_{j2}$ МГ/М		30	25	33	28	35	32	35	30	30	25	
$D_{j2}$ , МГ/М <sup>3</sup>		35	30	35	30	40	36	45	40	38	30	
$N_2$ , чел		20	10	12	15	30	14	22	30	32	15	

Продолжение таблицы 3

$t_{j3}^b$ , ч	алюминий	3,6	3,2	4,0	3,1	3,7	3,5	3,8	3,5	3,9	3,0
----------------	----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$t_{j3}^p$ ч		2,0	2,2	3,0	3,0	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	2,8
$d_{j3}$ мг/м		3	3	4	4	5	5	6	7	7	6
$D_{j3}^3$ , мг/м		4	5	5	6	6	7	8	8	8	
$N_3$ , чел		25	30	40	20	35	10	10	20	20	25
$N_B$ , чел		40	45	50	55	30	70	20	50	30	60
$T_{cm}$ , ч		6	6	8	6	8	6	8	6	8	6
Исходные данные		Варианты									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_{j1}^b$ , ч	бензол	1,5	2,0	2,5	3,0	1,9	1,6	1,4	2,2	2,0	2,1
$t_{j1}^p$ ч		1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,4	1,4	1,6	1,6
$d_{j1}$ мг/м		9	10	8	6	15	12	15	10	10	10
$D_{j1}^3$ , мг/м		12	20	10	10	20	16	20	18	15	14
$N_1$ , чел		10	20	10	20	15	40	20	25	30	10
$t_{j2}^b$ , ч	оксид углерода	2,0	1,0	1,5	1,4	3,0	1,8	1,6	2,2	2,1	1,9
$t_{j2}^p$ ч		1,5	0,5	1,2	1,3	2,5	1,6	1,4	2,0	2,0	1,5
$d_{j2}$ мг/м		25	25	30	30	20	20	35	35	40	40
$D_{j2}^3$ , мг/м		30	30	40	45	30	35	40	42	45	50
$N_2$ , чел		20	20	30	30	40	10	10	25	25	35
$t_{j3}^b$ , ч	алюминий	3,2	3,4	3,6	3,5	3,3	4,0	3,1	4,0	3,5	3,6
$t_{j3}^p$ ч		2,0	2,4	3,0	3,2	3,0	3,8	5,0	2,8	3,1	4,0
$d_{j3}$ мг/м		6	6	5	5	4	4	8	7	7	6
$D_{j3}^3$ , мг/м		7	7	6	6	6	5	9	8	9	8
$N_3$ , чел		10	20	10	25	30	40	40	20	10	20
$N_B$ , чел		40	30	50	10	50	60	55	70	15	20
$T_{cm}$ , ч		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

### Методические указания к решению задачи

1. Определить вероятность наличия в рабочей зоне каждого вредного вещества  $P_j^b$  по формуле (8).
2. Определить вероятность нахождения человека в зоне действия каждого вредного вещества  $P_j^b$  по формуле (9).
3. Определить поражающую способность каждого вредного вещества  $P_j^{nc}$  по формуле (10).
4. Определить вероятность действия каждого вредного вещества  $P_b$  по формуле (7).
5. Определить вероятность воздействия всех вредных факторов по формуле (12).
6. Определить вредность производственного процесса в целом по

формуле (13).

7. По табл. 4 установить классы опасности вредных веществ и виды их действия на организм человека.
8. Сделать выводы.

### **Задание 3**

Дать экономическую оценку потенциальной опасности и вредности производственных процессов. Потери от действия на работающих i-го числа опасных факторов  $C_{vi}$ . Потери от действия на работающих j-го числа вредных факторов  $C_{bj}$ . Время «жизни» производственного процесса T (лет). Исходные данные в таблице 5.

Таблица 4

Характеристики вредных веществ

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатное состояние	Класс опасности	Действие на организм человека
Бензол +	15/5	П	2	К
Оксид углерода	20	П	4	О
Алюминий	2	А	3	Ф

Примечания:

- 1) + – требуется специальная защита кожи и глаз.
- 2) Значение ПДК через черту означает, что в числителе дана максимальная величина, а в знаменателе – среднесменная ПДК.
- 3) П – пары и (или газы).
- 4) А – аэрозоль.
- 5) К – канцерогены.
- 6) Ф – аэрозоли фиброгенного действия (на верхние дыхательные пути и легкие)
- 7) О – вещество с остронаправленным действием, требующее автоматического контроля за его содержанием в воздухе.

Таблица 5

Варианты заданий

Вариант	Исходные данные					
	$C_{v1}$ , тыс. руб. (автодорога)	$C_{v2}$ , тыс. руб (ж/дорога)	$C_{b1}$ , тыс. руб (бензол)	$C_{b2}$ , тыс. руб (оксид углерода)	$C_{b3}$ , тыс. руб (алюминий)	T, лет
1	2	3	4	5	6	7
1	50	60	70	50	60	10
2	60	70	60	40	50	12
3	70	80	50	30	40	15
4	40	50	80	60	70	14
5	55	65	75	40	50	17
6	65	75	65	30	45	16
7	70	80	60	20	40	20
8	75	85	55	25	45	18

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
9	50	60	60	20	50	25
10	60	70	70	20	40	15
11	30	50	60	70	40	11
12	40	30	55	50	60	14
13	55	50	50	30	50	18
14	50	40	70	20	40	10
15	45	35	80	25	65	16
16	60	45	75	35	45	12
17	75	55	60	60	45	14
18	50	60	50	55	65	25
19	70	75	65	40	50	10
20	60	70	80	20	50	16
21	45	45	60	25	70	15
22	35	80	75	35	65	17
23	50	50	65	30	55	20
24	55	60	55	40	50	12
25	60	45	50	45	50	15
26	40	50	40	30	45	18
27	45	60	80	20	40	16
28	40	30	60	20	60	10
29	60	35	50	25	70	14
30	30	40	70	30	50	12

### Методические указания к решению задачи

1. Определить потери от действия опасных факторов за время «жиз-ни» производственного процесса  $v_{no}$  по формуле (16).
2. Определить потери от действия вредных факторов за время «жиз-ни» производственного процесса  $v_{nb}$  по формуле (17).
3. Определить суммарные потери по формуле (15) или (18).
4. Сделать выводы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под опасностью?
2. Источники формирования опасностей.
3. Как подразделяются опасности по времени проявления, локализации, ущербу, характеру воздействия?
4. Сфера проявления опасностей.
5. Номенклатура, квантификация, идентификация опасностей.
6. Причины и последствия опасностей.
7. Аксиома о потенциальной опасности.
8. Задачи БЖД как научной дисциплины.
9. Объект анализа опасностей.
10. Методы анализа опасностей.
11. Вредный и опасный производственный фактор.

12. Характеристика технологических процессов с точки зрения вредности и опасности.
13. Потенциальная опасность и вредность производственных факторов.
14. Что позволяет оценить потенциальная опасность и вредность производственных процессов?
15. Вероятность наличия опасного фактора.
16. Вероятность действия опасного фактора.
17. Вероятность нахождения работающего в зоне действия опасного фактора.
18. Вероятность действия на работающих  $i$ -го опасного фактора.
19. Вероятность действия и опасных факторов.
20. Опасность производственного процесса.
21. Вероятность действия  $j$ -го вредного фактора.
22. Вероятность наличия в рабочей зоне  $j$ -го вредного фактора.
23. Вероятность нахождения человека в зоне действия  $j$ -го вредного фактора.
24. Поражающая способность  $j$ -го вредного фактора.
25. Вероятность вредного воздействия  $m$  вредных факторов.
26. Вредность производственного процесса.
27. Потери, обусловленные действием опасных факторов.
28. Потери от действия  $n$  опасных факторов за время «жизни» производственного процесса.
29. Потери от действия  $m$  вредных факторов за время «жизни» производственного процесса.
30. Экономическая оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов (суммарные потери).

## ЗАДАНИЯ НА СРС

1. Проанализировать процесс оценки экологического риска, определить способы управления экологическим риском.
2. Почему СИЗ занимают последнее место в списке приоритетности мер защиты?

## Список рекомендуемых источников

1. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-В ЗРК.
2. «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов угольных шахт», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 351.
3. «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 352
4. Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывные работы», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 343
5. «Правила определения общего уровня опасности опасного производственного объекта». Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 декабря 2014 года № 300. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 12 февраля 2015 года № 10242.
6. Владимиров, Д.Я. Пособие по организации системы управления промышленной безопасностью в горнодобывающей промышленности / Д.Я. Владимиров, А.И. Перепелицын, А.А. Сальников. - М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2013. – 288 с. (Библиотека горного инженера. Т. 6 «Промышленная безопасность». Кн. 4)
7. «Методические рекомендации по борьбе с пылью и пылевзрывозащите на угольных шахтах». Утв. техническим директором УД АО «АрселорМиттал Темиртау». Караганда: 2012 г.
8. Ударные волны при взрывах в угольных шахтах / Д.Ю. Палеев и др. - М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2011. – 312 с. (Библиотека горного инженера. Т. 6 «Промышленная безопасность». Кн. 3). (6)
9. Руководство по контролю за развитием эндогенных пожаров в выработанных пространствах выемочных участков шахт Карагандинского бассейна. ДГП КазНИИБГП. Караганда: 2011 г.
10. Костогрызов, А.И. Основы противоаварийной устойчивости угольных предприятий / А.И. Костогрызов, В.Н. Костеренко, А.Н. Тимченко, В.Б. Артемьев. - М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2014. – 336 с. (Библиотека горного инженера. Т. 6 «Промышленная безопасность». Кн. 11)
11. Бызов А.П. Промышленная безопасность опасных производственных объектов. [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2018.
12. Шеломенцева, И. В. Коломийчук И. И., Тарасенко. Промышленная безопасность опасных производственных объектов. Часть I. Общие вопросы: учебное пособие. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. - 392 с.

13. В.А. Портола, П.В. Бурков, В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 201 с.