

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

В.А. Солопова, В.Д. Баширов

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ И ВРЕДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Оренбург
2019

УДК 658.382.3 (07)
ББК 51.245 я 7
С 60

Рецензент - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ш.Ш. Хисматуллин

Солопова, В.А.
С 60 Потенциальные опасности и вредности производственных процессов: методические указания / В.А. Солопова, В.Д. Баширов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 33 с.

В методических указаниях приведены основные понятия и определения потенциальных опасностей и вредностей производственных процессов, а также методики их количественной оценки. Представлены задания для самостоятельной работы и варианты для решения задач.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, а также могут быть использованы для других технических направлений подготовки, при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

УДК 658.382.3 (07)
ББК 51.245 я 7

© Солопова В.А.,
Баширов В.Д., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

1	Оценка опасности и вредности производственных процессов	4
1.1	Основные понятия и определения.....	4
1.2	Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности.....	8
1.3	Безопасность производственных процессов	11
1.4	Количественная оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов	13
2	Задания для самостоятельной работы.....	19
2.1	Задача 1.....	19
2.2	Задача 2.....	22
2.3	Задача 3.....	26
3	Вопросы для самоконтроля	29
	Список использованных источников	30
	Приложение А Зависимость возможности воздействия на человека опасных факторов	31
	Приложение Б Зависимость возможности воздействия на человека вредных факторов	32
	Приложение В Таблица В.1 - Характеристики вредных веществ.....	33

1 Оценка опасности и вредности производственных процессов

1.1 Основные понятия и определения

Решение проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в любом современном государстве требует не только громадных капиталовложений и высокой культуры производства, но и активного участия всех членов общества с их глубоким осознанием безусловности приоритетов безопасности при решении любых инженерных задач.

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 воздействует 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 воздействующих на человека и окружающую среду. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Так как опасность является понятием сложным и имеет много признаков, в настоящее время еще не разработана достаточно полная классификация опасностей. Рассмотрим классификацию опасностей по ряду признаков (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация опасностей

Признак классификации	Вид (класс)
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 воздействию	Личные Групповые (коллективные) Массовые
По способности человека идентифицировать органами чувств опасности	Ощутимые Неощутимые

Продолжение таблицы 1

Признак классификации	Вид (класс)
По виду негативного воздействия на человека	Вредные Травмоопасные
По приносимому ущербу	Социальный Технический Экологический Экономический

По длительности воздействия опасности классифицируют на постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные. Постоянные опасности (действуют в течение рабочего дня, суток), как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных и бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне. Переменные опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т. п. Импульсное или кратковременное воздействие опасности характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например, при запуске ракет.

По видам зоны воздействия опасности делят на производственные, бытовые, городские (транспортные и др.), зоны ЧС. По размерам зоны воздействия опасности классифицируют на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные. Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения. А такие воздействия, как потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

По степени завершенности процесса воздействия опасности на объекты защиты разделяют на потенциальные, реальные и реализованные. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «Огнеопасно» представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, она превратилась в источник

потенциальной опасности по отношению к этому человеку. Если взрыв автоцистерны привёл к её разрушению, гибели людей и/или возгоранию строений, то это реализованная опасность. Реализованные опасные ситуации принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последнее — на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

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.н.). Так Всемирная Организация Здравоохранения представляет в алфавитном порядке общую номенклатуру всех видов опасностей.

Под идентификацией опасностей понимается процесс обнаружения и 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 находит 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.

1.2 Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности

Основными направлениями практической деятельности в области безопасности жизнедеятельности являются профилактика причин и предупреждение условий возникновения опасных ситуаций. Анализ реальных ситуаций, событий и фактов позволяет сформулировать **аксиомы** науки о безопасности жизнедеятельности в техносфере:

- техногенные опасности существуют, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения;
- источниками техногенных опасностей являются элементы техносферы;
- техногенные опасности действуют в пространстве и во времени;
- техногенные опасности оказывают негативное воздействие на человека, природную среду и элементы техносферы одновременно;
- техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды;
- защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер;
- показатели комфортности процесса жизнедеятельности взаимосвязаны с видами деятельности и отдыха человека;
- компетентность людей в мире опасностей и способах защиты от них - необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем и у человека есть достаточно средств и способов защиты от техногенных опасностей. Принципиально воздействие вредных техногенных факторов может быть устранено человеком полностью; воздействие техногенных травмоопасных факторов – ограничено допустимым риском за счет совершенствования источников опасностей и применения защитных средств

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 необходимо 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;
- выявление последовательности опасных ситуаций, построение дерева событий и опасностей;
- анализ последствий.

1.3 Безопасность производственных процессов

В настоящее время особо остро проявляются проблемы обеспечения безопасности человека непосредственно на предприятиях, где зоны формирования различных опасных и вредных факторов практически пронизывают всю производственную среду, в которой осуществляется трудовая деятельность персонала.

На большинстве современных предприятий широко применяются самые разнообразные технологические процессы, сложные по своей физико-химической основе, реализуемые на современном высокопроизводительном оборудовании с использованием широкой номенклатуры технологических материалов. При этом практика показывает, что внедрение новых процессов и материалов, быстрая смена технологий и обновление оборудования часто происходит без достаточного изучения негативных последствий их применения. Потенциальная опасность и вредность производства постепенно растет, набирает силу, что вызывает необходимость совершенствовать систему безопасности.

Отечественные и зарубежные ученые интенсивно ведут исследования по совершенствованию методов проектирования систем защиты, адекватных опасности и вредности производственных процессов с гарантированным уровнем безопасности.

Сложность технологических процессов, высокие требования к точности технологических режимов в значительной мере исключают возможность непосредственного воздействия на технологические процессы для повышения безопасности, т.е. исключается «борьба в источнике». Поэтому создаются новые технологии, а также устройства, снижающие вредное влияние технологических процессов на обслуживающий персонал, на создание эффективных организационных и управленческих воздействий. Важная задача заключается в том, чтобы сформировать у работающих понимание источников возникновения

конкретной опасности, а также устойчивые знания методов и средств ее минимизации

Для создания высоконадежных систем безопасности на предприятии необходимо учитывать три самостоятельных элемента, которые в комплексе призваны решать любые проблемы безопасности производственных процессов:

- система защиты производственного процесса от опасных и вредных факторов с требуемой (или оптимальной) надежностью выполнения функций безопасности;

- система профилактического обслуживания защиты, обеспечивающая поддержание надежности функционирования ее на требуемом (или оптимальном) уровне;

- специализированная служба по управлению системой безопасности и обеспечению требуемой (или оптимальной) надежности ее функционирования.

Все производственные процессы необходимо рассматривать как потенциально опасные и вредные, и методы обеспечения безопасности разрабатывать с учетом их объективной количественной и качественной оценки.

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.

1.4 Количественная оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов

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.

1.4.1. 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

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

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

$$\begin{aligned} P_v(2) &= P_{v_2} + P_{v_1} - P_{v_2} P_{v_1} \\ P_v(3) &= P_{v_3} + P_{v_2} - P_{v_3} P_{v_2} \\ &\dots\dots\dots \\ P_v(n) &= P_{v_n} + P_{v_{(n-1)}} - P_{v_n} P_{v_{(n-1)}} \end{aligned} \quad (4)$$

На рисунке А.1 (см. приложение А) приведена зависимость вероятностей действия на работающих n опасных факторов.

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

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

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:

$$N = N_v + N_1 + N_2 + \dots + N_n, \quad (6)$$

где N_v – количество работающих, не подвергающихся действию опасных факторов.

1.4.2 Количественная оценка потенциальной вредности производственных процессов

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

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

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 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:

$$P_{b_j} = \frac{t_j^b t_j^p d_j}{D_j N_{cm}}. \quad (11)$$

Вероятность вредного воздействия m вредных факторов определяется по формуле

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

На рисунке Б.1 (см. приложение Б) приведена зависимость возможности воздействия на человека m - вредных факторов.

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

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

где N_1, N_2, \dots, N_m – количество работающих в зоне действия 1, 2, ..., m вредных факторов;

N – общая численность работающих:

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

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

1.4.3 Экономическая оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов

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

$$v_{nm} = v_{no} + v_{nb}, \quad (15)$$

где v_{no} – потери, обусловленные действием опасных факторов;

v_{nb} – потери, обусловленные действием вредных факторов.

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

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

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 (T) равны:

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

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_j} – потери от действия на работающих j -го числа вредных факторов;

m – количество вредных факторов.

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

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

2 Задания для самостоятельной работы

2.1 Задача 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.

Таблица 2 – Варианты заданий

Вариант	Исходные данные								
	t_1^p , ч	t_2^p , ч	m_1	m_2	n_1 , 1/ч	n_2 , 1/ч	T_{cm} , ч	N , чел	N_1 , чел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	3	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

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	3	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	2	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

2.1.1 Методические указания к решению задачи

2.1.1.1 Определить вероятность нахождения работающих в зоне движения автотранспорта:

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

2.1.1.2 Определить вероятность нахождения работающих в зоне движения железнодорожных состава:

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

2.1.1.3 Определить вероятность проследования автотранспортом места возможного перехода работающими автодороги:

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

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

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

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

$$P_{v_1} = P_1^p P_1^v. \quad (23)$$

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

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

2.1.1.7 Определим вероятность совместного действия двух опасных факторов:

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

2.1.1.8 Определим потенциальную опасность производственного процесса:

$$P_{nm}^o = \frac{N_1 P_v(2)}{N}. \quad (26)$$

2.1.1.9 Сделать выводы.

2.2 Задача 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_{cm} (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 (мг/м³). Предельное содержание j -го вредного вещества D_j (мг/м³). 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 таблице 3.

Таблица 3 – Варианты заданий

Исходные данные		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{j_1}^b$, ч	бензол	2,0	1,5	2,5	1,2	3,0	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4
$t_{j_1}^p$, ч		1,5	1,5	2,0	1,2	2,0	1,7	1,5	1,0	1,8	2,4
d_{j_1} , мг/м ³		10	9	18	15	10	15	10	8	12	15
D_{j_1} , мг/м ³		15	10	20	16	11	19	17	12	14	18
N_1 , чел		20	10	20	10	30	20	15	40	10	15
$t_{j_2}^b$, ч	оксид углерода	3,0	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	1,4	2,0	1,8	1,3
$t_{j_2}^p$, ч		2,5	0,5	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	2,0	0,8	0,9
d_{j_2} , мг/м ³		30	30	25	35	30	25	35	35	40	45
D_{j_2} , мг/м ³		40	35	30	40	35	30	38	37	45	50
N_2 , чел	оксид углерода	30	20	30	20	20	10	40	10	20	15
$t_{j_3}^b$, ч	алюминий	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,5	3,3	3,7	4,0	3,1
$t_{j_3}^p$, ч		2,0	3,0	4,0	3,0	2,0	5,0	3,0	4,0	2,0	2,0
d_{j_3} , мг/м ³		5,0	5,0	4,0	4,	3,0	5,0	6,0	6,0	4,0	8,0
D_{j_3} , мг/м ³		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

Продолжение таблицы 3

Исходные данные		Варианты									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{j_1}^b, \text{ч}$	бензол	2,5	2,3	1,7	1,5	3,0	2,2	1,2	2,6	1,1	1,3
$t_{j_1}^p, \text{ч}$		2,4	2,0	1,5	1,5	2,0	2,1	1,2	1,3	1,0	1,3
$d_{j_1}, \text{мг/м}$		8	10	12	14	9	19	10	15	18	13
$D_{j_1}, \text{мг/м}^3$		10	12	13	16	11	20	13	17	20	15
$N_1, \text{чел}$		10	20	10	20	10	30	20	20	30	20
$t_{j_2}^b, \text{ч}$	оксид углерода	1,2	1,0	2,2	3,0	1,4	1,6	2,4	2,0	1,5	1,8
$t_{j_2}^p, \text{ч}$		1,2	0,9	2,0	2,8	1,0	1,5	2,2	2,0	0,8	0,9
$d_{j_2}, \text{мг/м}^3$		30	25	33	28	35	32	35	30	30	25
$D_{j_2}, \text{мг/м}^3$		35	30	35	30	40	36	45	40	38	30
$N_2, \text{чел}$		20	10	12	15	30	14	22	30	32	15
$t_{j_3}^b, \text{ч}$	алюминий	3,6	3,2	4,0	3,1	3,7	3,5	3,8	3,5	3,9	3,0
$t_{j_3}^p, \text{ч}$		2,0	2,2	3,0	3,0	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	2,8
$d_{j_3}, \text{мг/м}^3$		3	3	4	4	5	5	6	7	7	6
$D_{j_3}, \text{мг/м}^3$		4	5	5	6	6	6	7	8	8	8
$N_3, \text{чел}$		25	30	40	20	35	10	10	20	20	25
$N_b, \text{чел}$		40	45	50	55	30	70	20	50	30	60
$T_{ст}, \text{ч}$		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

Продолжение таблицы 3

Исходные данные		Варианты									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_{j_1}^b, \text{ч}$	бензол	1,5	2,0	2,5	3,0	1,9	1,6	1,4	2,2	2,0	2,1
$t_{j_1}^p, \text{ч}$		1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,4	1,4	1,6	1,6
$d_{j_1}, \text{мг/м}$		9	10	8	6	15	12	15	10	10	10
$D_{j_1}, \text{мг/м}^3$		12	20	10	10	20	16	20	18	15	14
$N_1, \text{чел}$		10	20	10	20	15	40	20	25	30	10
$t_{j_2}^p, \text{ч}$	оксид углерода	2,0	1,0	1,5	1,4	3,0	1,8	1,6	2,2	2,1	1,9
$t_{j_2}^p, \text{ч}$		1,5	0,5	1,2	1,3	2,5	1,6	1,4	2,0	2,0	1,5
$d_{j_2}, \text{мг/м}^3$		25	25	30	30	20	20	35	35	40	40
$D_{j_2}, \text{мг/м}^3$		30	30	40	45	30	35	40	42	45	50
$N_2, \text{чел}$		20	20	30	30	40	10	10	25	25	35
$t_{j_3}^b, \text{ч}$	алюминий	3,2	3,4	3,6	3,5	3,3	4,0	3,1	4,0	3,5	3,6
$t_{j_3}^p, \text{ч}$		2,0	2,4	3,0	3,2	3,0	3,8	5,0	2,8	3,1	4,0
$d_{j_3}, \text{мг/м}^3$		6	6	5	5	4	4	8	7	7	6
$D_{j_3}, \text{мг/м}^3$		7	7	6	6	6	5	9	8	9	8
$N_3, \text{чел}$		10	20	10	25	30	40	40	20	10	20
$N_b, \text{чел}$		40	30	50	10	50	60	55	70	15	20
$T_{cm}, \text{ч}$		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

2.2.1 Методические указания к решению задачи

2.2.1.1 Определить вероятность наличия в рабочей зоне каждого вредного вещества P_j^b по формуле (8).

2.2.1.2 Определить вероятность нахождения человека в зоне действия каждого вредного вещества P_j^p по формуле (9).

2.2.1.3 Определить поражающую способность каждого вредного вещества P_j^{nc} по формуле (10).

2.2.2.4 Определить вероятность действия каждого вредного вещества P_{b_j} по формуле (7).

2.2.1.5 Определить вероятность воздействия всех вредных факторов по формуле (12).

2.2.1.6 Определить вредность производственного процесса в целом по формуле (13).

2.2.1.7 По приложению В установить классы опасности вредных веществ и виды их действия на организм человека.

2.2.1.8 Сделать выводы.

2.3 Задача 3

Дать экономическую оценку потенциальной опасности и вредности производственных процессов. Потери от действия на работающих i -го числа опасных факторов C_{v_i} . Потери от действия на работающих j -го числа вредных факторов C_{b_j} . Время «жизни» производственного процесса T (лет). Исходные данные в таблице 4.

Таблица 4 – Варианты заданий

Вариант	Исходные данные					
	C_{v_1} , тыс. руб (автодорога)	C_{v_2} , тыс. руб (ж/дорога)	C_{b_1} , тыс. руб (бензол)	C_{b_2} , тыс. руб (оксид углерода)	C_{b_3} , 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
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

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
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

2.3.1 Методические указания к решению задачи

2.3.1.1 Определить потери от действия опасных факторов за время «жизни» производственного процесса v_{no} по формуле (16)

2.3.1.2 Определить потери от действия вредных факторов за время «жизни» производственного процесса v_{nb} по формуле (17).

2.3.1.3 Определить суммарные потери по формуле (15) или (18).

2.3.1.4 Сделать выводы.

3 Вопросы для самоконтроля

3.1 Что понимается под опасностью?

3.2 Источники формирования опасностей.

3.3 Как подразделяются опасности по времени проявления, локализации, ущербу, характеру воздействия?

3.4 Сферы проявления опасностей.

3.5 Номенклатура, квантификация, идентификация опасностей.

3.6 Причины и последствия опасностей.

3.7 Аксиома о потенциальной опасности.

3.8 Задачи БЖД как научной дисциплины.

3.9 Объект анализа опасностей.

3.10 Методы анализа опасностей.

3.11 Вредный и опасный производственный фактор.

3.12 Характеристика технологических процессов с точки зрения вредности и опасности.

3.13 Потенциальная опасность и вредность производственных факторов.

3.14 Что позволяет оценить потенциальная опасность и вредность производственных процессов?

3.15 Вредность производственного процесса.

3.16 Потери, обусловленные действием опасных факторов.

3.17 Вероятность нахождения работающего в зоне действия опасного фактора.

3.18 Потери от действия n опасных факторов за время «жизни» производственного процесса.

3.19 Потери от действия m вредных факторов за время «жизни» производственного процесса.

3.20 Экономическая оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов (суммарные потери).

Список использованных источников

1 Проскурина, Л.Г. Потенциальные опасности и вредности производственных процессов [Текст] : метод. указания к практическим занятиям / Л.Г. Проскурина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 26 с.

2 Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для академического бакалавриата по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для бакалавров всех направлений подготовки в высших учебных заведениях России: учебник / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 702 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-3058-0.

3 Айзман, Р. И. Основы безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие 2-е изд. / Р. И. Айзман, Н. С. Шуленина [и др.] – Электрон.текстовые дан. – Новосибирск. Сиб. унив. изд-во, 2010. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/57596>.

4 Русак, О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие /О.Н. Русак, К. Р. Малаян, Н.Г. Занько; под общ.ред. О.Н. Русака. – Изд. 6-е стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 448 с.

Приложение А (справочное)

Зависимость вероятностей действия на работающих опасных факторов

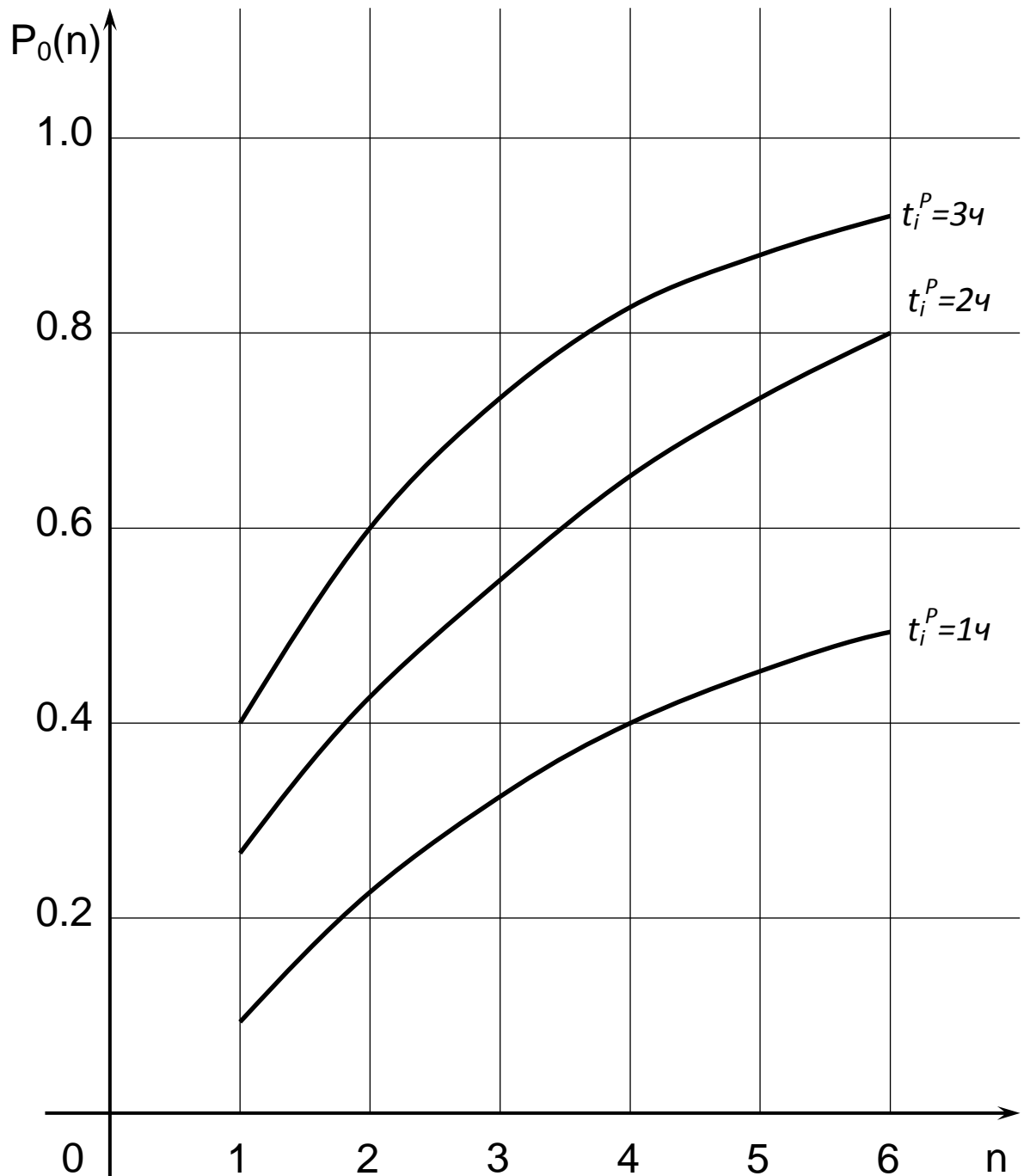


Рисунок А.1 – Зависимость $P_0(n)$ действия n -го числа опасных факторов при $t_i^P = const$.

Приложение Б (справочное)

Зависимость возможности воздействия на человека вредных факторов

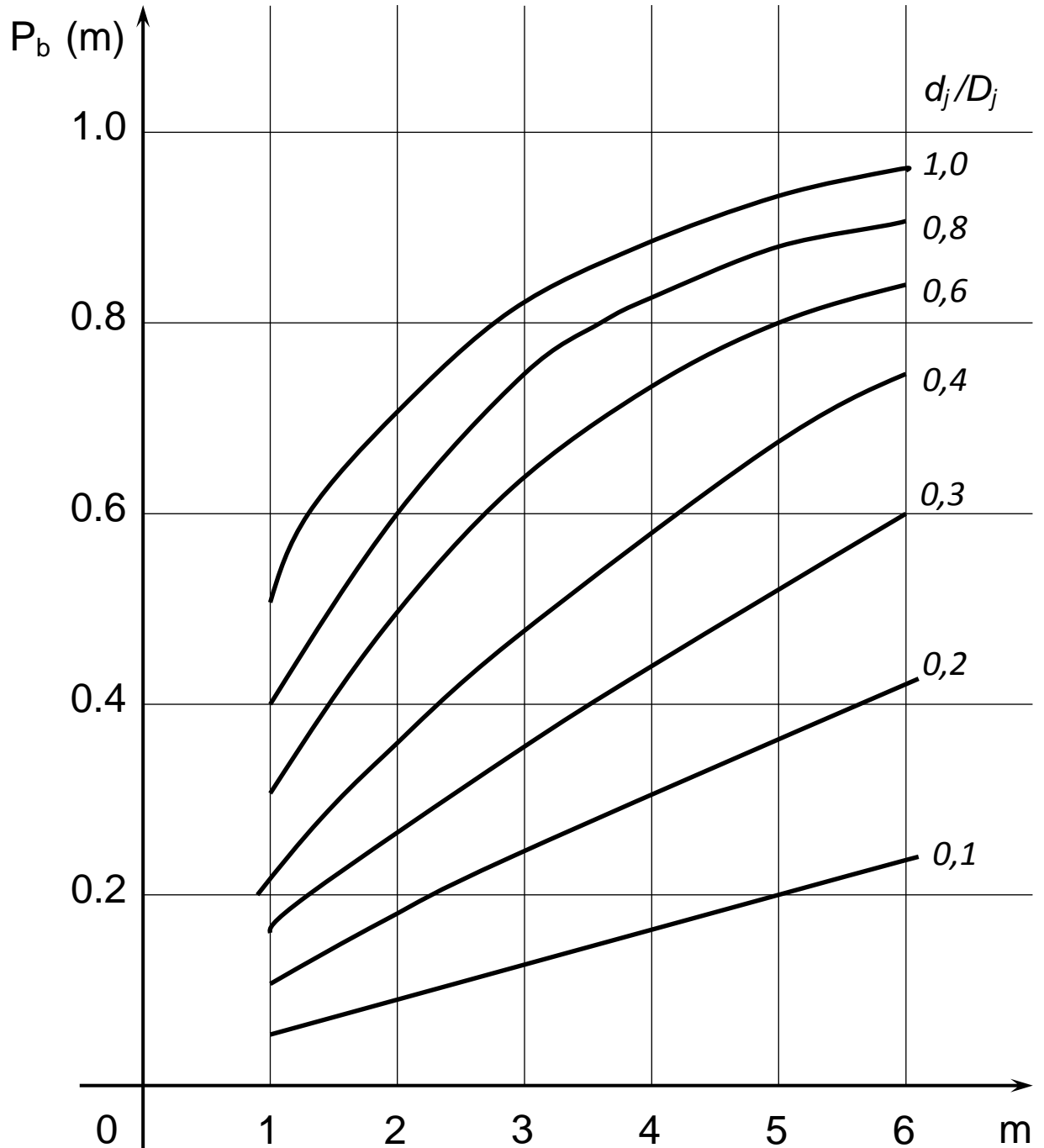


Рисунок Б.1 – Зависимость $P_b(m)$ от m -го числа вредных факторов и d_j/D_j (t_j^b и t_j^p - const).

Приложение В (справочное)

Таблица В.1 – Характеристики вредных веществ

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	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

+ - требуется специальная защита кожи и глаз.

Значение ПДК через черту означает, что в числителе дана максимальная величина, а в знаменателе – среднесменная ПДК.

П – пары и (или газы).

А – аэрозоль.

К – канцерогены.

Ф – аэрозоли фиброгенного действия (на верхние дыхательные пути и легкие).

О – вещество с остронаправленным действием, требующее автоматического контроля за его содержанием в воздухе.