

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ДГТУ)

КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ»

НОКСОЛОГИЯ

**Методические указания и практические задания для выполнения контрольной работы
студентами заочной формы обучения направления подготовки бакалавров
«Техносферная безопасность»**

2022 г

Составители: доц., к.т.н. И.В.Богданова, доц., доц., к.т.н. С.Н.Холодова к.х. н. И. Н. Лоскутникова,

НОКСОЛОГИЯ. Методические указания и практические задания для выполнения контрольной работы студентами заочной формы обучения направления подготовки бакалавров «Техносферная безопасность». – /ДГТУ. Ростов-на -Дону. 2022. с
Содержит практические задания, позволяющие приобрести навыки описания опасностей; расчета уровней опасности на производстве и в окружающей среде; идентификации основных опасностей среды обитания человека и оценивать риск их реализации.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение опасностей является первым этапом в формировании знаний, умений и навыков специалиста в области техносферной безопасности. «Ноксология» - наука об опасностях материального мира Вселенной. Предметом изучения ноксологии является ноксосфера – сфера опасностей. Общая цель изучения ноксологии - 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.

Источниками опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия людей.

Триада «опасность - причины - нежелательные последствия» - это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб (последствие). Опасности реализуются в виде энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности. 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

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

Пособие содержит практические задания, позволяющие приобрести навыки описания полей опасностей, расчета уровней опасности на производстве и в окружающей среде; идентификации основных опасностей среды обитания человека и оценивать риск их реализации

Пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Ноксология».

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Введение. Эволюция опасностей. Возникновение науки «Ноксология». Современная структура Вселенной. Геосфера. Техносфера. Биосфера. Ноосфера. Эволюция геосферы и техносферы. Виды и масштабы негативного влияния техносферы на человека, общество и природу. Теория ноосферы В.И. Вернадского. Понятие «Ноксосфера». Потребность общества в человекозащитной и природозащитной деятельности. Ее виды: безопасность (охрана) защита окружающей среды, безопасность жизнедеятельности, техносферная безопасность. Ноксология как учение об опасностях и минимизации негативных воздействий материального мира на человечество и природу. Роль и значение человека в создании безопасной техносферы.

Раздел 2. Теоретические основы ноксологии. Понятие опасность. Происхождение опасностей. Потоки масс веществ, энергий и информации - основа сохранения жизни. Закон Ю.Н. Куражковского. Потоки в естественной среде. Условия возникновения и реализация опасностей. Поле опасностей. Круги опасностей. Параметры состояния жизненного пространства техносферы. Принципы ноксологии. Закон В. Шелфорда о толерантности. Понятие о зонах нормальной жизни организма, зонах угнетения и гибели. Аксиома о воздействии потоков на человека. Понятие о системах «человек - среда обитания», «природа – техносфера». Понятие «источник опасности», «объект защиты», аксиомы ноксологии. Принцип возможности создания безопасной техносферы. Цели и задачи ноксологии.

Раздел 3. Современная ноксософера. Виды опасностей по происхождению: естественные, бытовые и производственные. Причины их возникновения, место, уровни и продолжительность негативного воздействия на человека и природу. Особенности и виды естественных опасностей. Геогенные опасности. Землетрясения, вулканизм, оползни, карстообразование, горные удары. Климатические опасности. Циклоны и антициклоны. Бури, тайфуны, смерчи, торнадо. Ливни и засухи. Термические опасности. Гидрологические опасности. Наводнения, половодья, паводки и межени. Сели и таяния ледников. Цунами. Многообразие техногенных опасностей, их зависимость от ошибочной деятельности человека и от показателей надежности технических систем. Антропогенные опасности как вероятность ошибочной деятельности человека — оператора технических систем и населения. Отходы как вид опасностей.. Виды опасностей: опасности толерантного воздействия, чрезвычайные опасности. Классификация опасностей. Происшествия, чрезвычайные происшествия (ЧП).. Критерии комфортности по освещению, по концентрации загрязняющих веществ, по интенсивности излучений. Индекс загрязнения атмосферы. Критерии травмоопасности. Понятие риска. Индивидуальный, социальный и экологический риск. Концепция приемлемого риска. Негативные последствия влияния опасностей на человека. Негативные последствия воздействия опасностей на природу. Материальный ущерб от опасностей. Социально-демографические критерии оценки опасностей. Демографическая пирамида. Средняя продолжительность жизни работающих и пенсионеров. Связь значения средней продолжительности жизни населения с величинами индивидуального риска и валового внутреннего продукта. Качество жизни

Раздел 4. Минимизация опасностей. Способы минимизации опасностей. Нормирование выбросов, сбросов. Защита расстоянием, временем, экранированием. Создание зоны качественной техносферы на территории производственных объектов, в условиях города и в регионах. Малоотходные производства. Этапы их создания. Способы минимизации чрезвычайных опасностей: общие подходы к защите от чрезвычайных опасностей. Оценка надежности и работоспособности техники. Защита на пожароопасных и взрывоопасных объектах; защита на химически опасных и радиоактивно опасных объектах. Защита от механического травмирования и электробезопасность. Защита от стихийных явлений. Применение средств и устройств индивидуальной защиты.

Раздел 5. Мониторинг опасностей. Непрерывный или периодический мониторинг состояния техники, среды обитания и условий деятельности. Аттестация рабочих мест. Приборы и методы измерения опасностей. Контроль знаний работающих по безопасным приемам деятельности. Тестирование и профессиональный отбор операторов технических систем. Периодическое совершенствование знаний работающих по основам безопасности деятельности бережного отношения к природе и техносфере.

Раздел 6. Перспективы развития человеко- и природозащитной деятельности.

Применение средств и устройств индивидуальной защиты. Роль устойчивого развития в минимизации опасностей. Признаки устойчивого развития: стабилизация численности населения; формирование у населения рационально обоснованного использования природных ресурсов и утилизации отходов; всемерное сдерживание развития техносферы; рациональное управление потоками вещества, энергии в пространстве и во времени; создание качественного техносферного пространства. Перспективы развития ноксологии, ее значение в сохранении и развитии жизни на нашей планете.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Методические указания составлены в плане общих вопросов ноксологии. В течение учебного года и в период экзаменационно-лабораторной сессии организуется чтение обзорных лекций по курсу.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов заочной формы обучения к лабораторно-экзаменационной сессии. Работа включает перечень контрольных вопросов по разделам курса ноксология и задачи **Контрольная работа (решение задач) выполняется по варианту. Вариант в рамках каждой задачи выбирается по актуальному списку (ведомости) группы. Необходимые данные приведены в таблицах к каждой задаче.** Если работа получила положительную оценку, студент допускается к сдаче экзамена по курсу. Основная задача контрольной работы - оказание помощи студенту при самостоятельном изучении учебного материала. В рецензии на контрольную работу преподаватель указывает студенту, на что нужно обратить внимание.

Студент допускается к экзамену при условии представления контрольной работы и рецензии на нее с положительной оценкой. *Решения задач должны сопровождаться ссылками из литературных источников, а также эскизами, выполненными карандашом в соответствии с правилами технического черчения и рисования. На каждой странице оставляются поля для замечаний рецензента*

Практическая работа №1

Качественная классификация опасностей. Паспорт опасности

Цель работы: Освоить классификации опасностей, идентифицировать опасности и создать паспорт опасности

Порядок выполнения работы

Изучение теоретического материала (ответы на контрольные вопросы).

Выполнение заданий.

Теоретические сведения

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.

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.

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.

Качественная классификация опасностей.

Качественную классификацию опасностей целесообразно вести по двухуровневой схеме, сведя в первую группу (I уровень) классификации признаки опасности: их происхождение, параметры и зоны воздействия, а именно:

- происхождение источника опасностей;
- вид потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) воздействия опасности;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты;
- объекты негативного воздействия.

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности;
- наносимый ущерб

По *происхождению* опасности среды обитания принято делить на естественные, антропогенные и техногенные. При этом считают, 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.п.), генерируя тем самым в среде обитания многочисленные опасности.

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 машин и механизмов, 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.

Под *антропогенными* опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей: *естественно-техногенные* и *антропогенно-техногенные*.

К естественно-техногенным опасностям следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т.п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К антропогенно-техногенным опасностям относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

Таким образом, по происхождению все опасности следует делить на следующие группы:

- 1) естественные;
- 2) естественно-техногенные;
- 3) антропогенные;
- 4) антропогенно-техногенные;
- 5) техногенные;
- 6) экологические

Все жизненные потоки *по их физической природе* (вид потока) делятся на массовые, энергетические и информационные, следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как *массовые, энергетические и информационные*.

Массовые опасности возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ.

Массовые опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м^3 , мг/л , мг/кг .

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных полей (акустических, магнитных, электрических и т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

Информационные опасности возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем), избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности *по интенсивности* воздействия разделяют на опасные и чрезвычайно опасные.

Опасные потоки обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация i -го газа в атмосферном воздухе составляет ≤ 10 ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают чрезвычайно опасной. Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По *длительности воздействия* опасности классифицируют на постоянные, *переменные* (в том числе *периодические*) и *импульсные*. Постоянные (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или 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. Многие стихийные явления, например гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

По *виду зоны воздействия* (по *месту воздействия*) опасности делят на *производственные, бытовые и городские*, а также на *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.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межнациональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного из государств, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты опасности разделяют на *потенциальные, реальные* и По степени завершенности процесса воздействия *реализованные*.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. 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.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это реализованная опасность.

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.

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

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 по признакам, характеризующим их свойства (*I группа*) и воздействие на объект защиты (*II группа*), приведена в табл.1. 1.

Таблица 1.1 Классификация опасностей

Группа и признаки классификации	Вид (класс)
<i>I группа. Свойства опасностей</i>	
По происхождению	Естественные, Антропогенные Техногенные, Экологические, Смешанные
По физической природе потоков (вид потока)	Массовые Информационные Энергетические
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
По объектам негативного воздействия	Действующие на человека Действующие на природную среду Действующие на материальные ресурсы Комплексного действия

II группа. Свойства объекта защиты	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Неразличаемые
По виду негативного влияния опасности	Вредные Травмоопасные (опасные)
По численности лиц, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные (личные) Групповые (коллективные) Массовые
По наносимому ущербу	Социальный Технический Экологический Экономический

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, оружейного 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 можно представить и в табличной форме (табл.2).

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а так же 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 12.0.003-74, в рамках окружающей среды – ГОСТ 14.03-2005.

Таблица 1.2 Паспорт опасности грозового разряда в атмосфере

Признак	Вид опасности
Происхождение	Естественное
Вид потока	Энергетический
Интенсивность потока	Чрезвычайно опасная
Длительность воздействия	Кратковременная

Зона воздействия	Городская и природная
Размеры зоны воздействия	Локальная
Степень завершенности воздействия	Реальная при грозе и реализованная попаданием молнии в объект защиты
Объект воздействия	В зависимости от степени завершенности и зоны: на человека, природную среду, материальные ресурсы.
Степень идентификации человеком	Различаемая
Вид негативного влияния	Травмоопасная для человека, опасная для природы
Масштаб (численность) воздействия	Индивидуальный, редко групповой
Наносимый ущерб	Социальный, экологический

Задание 1.1

Согласно номеру варианта (Таблица 1.3), составьте паспорт опасностей в табличной форме в соответствии с классификацией опасностей (таб.1. 1). Для каждого варианта предлагается выполнить два задания.

Таблица 1.3 Варианты заданий

№ варианта	Опасность	
1	«Взламывания» систем защиты банковской информации	Крушение поезда
2	Авария в московском метро июль 2014	Излучение лазера 4 кл.опасн.
3	Наркомания	Крушение пассажирского лайнера «Титаник»
4	Алкоголизм	Смерч
5	Курение	Сель
6	Взрыв бытового газа	Шантаж
7	Наводнение в Крымске	Укус ядовитой змеи
8	Карстовые явления	Снегопад, метель
9	Радиоактивное излучение	эпидемия гриппа
10	Дорожно-транспортная катастрофа	СПИД
11	Лазерное излучение	Ливень с градом
12	Падение башенного крана на стройплощадке	Туман
13	Утечка бытового газа	Эрозия почв
14	Выброс хлора на производственном	Солнечный удар

	предприятия	
15	Тайфун	Производственный шум
16	Повышенный уровень вибрации	Цунами
17	Ураган	Умственное перенапряжение
18	Извержение вулкана	Разрушение атомного реактора
19	Ультрафиолетовое излучение	Кислотные дожди
20	Оползни	Клаустрофобия
21	Утомление авиадиспетчера	Падение чебаркульского метеорита
22	Снежная лавина	Пожар в частном доме
23	Крушение пассажирского поезда	Землетрясение
24	Проливы на грунт серной кислоты	Обнаружение неразорвавшихся боеприпасов
25	Порыв наземного газопровода	Паводок
26	Тепловое излучение в литейном цехе	Заболевания сердечно-сосудистой системы
27	Авария на Саяно-Шушенской ГЭС	Удар грозовой молнии
28	Взрыв метана в шахте	Лесные пожары
29	Обрушение жилого здания	Опустынивание

Практическая работа №2

Идентификация и квантификация опасности. Оценка опасности по статистическим данным

Цель: оценка количественных и качественных характеристик определенных опасностей .

Порядок выполнения :

Изучение теоретического материала (ответы на контрольные вопросы);

Решение заданий;

Выводы по каждому заданию.

Теоретические сведения

Жизнедеятельность человека проявляется в различных средах: природной, техногенной, бытовой, социальной и т.д. При этом, как человек, так и среда обитания оказывают взаимное воздействие, которое можно квалифицировать как опасность.

Квантификация опасности - это введение количественных характеристик для вероятностной оценки обеспечения безопасности людей, прогнозирования безопасности производств (предприятий, промышленных комплексов и т.п.), условий безопасного проживания и жизнедеятельности.

Количественная оценка опасности включает: частоту реализации опасности и уровень опасности (нормально безопасный, опасный, критический и т.д.). Применяются численные, балльные и другие приемы квантификации. Наиболее распространенной оценкой опасности является **РИСК** — мера опасности, характеризующая вероятность появления опасности и размеры связанного с ней ущерба.

Вероятность реализации определенной опасности (событие А) вычисляется как отношение

$$R(A) = N \quad (2.1)$$

где N_0 - реализация вида опасности A за определенный срок (год, месяц и т.д.);

N - возможное или потенциально вероятное количество опасностей данного вида за тот же срок.

Так как N_0 всегда заключено в пределах от 0 (событие невозможно) до N (вероятное событие), то вероятность $R(A)$ события A определяется неравенством

$$0 < R(A) < 1 \quad (2.2)$$

Прогноз опасности в различных сферах жизнедеятельности позволяет определить возможные последствия и потери (людские, экологические, материальные, экономические и т.п.) в заданном временном интервале (год, месяц, день и т.д.) и на их основе разработать приоритетные организационные и технические решения, снижающие уровень риска.

Знание отраслевых рисков используется при определении страховых платежей.

Виды риска

Профессиональный риск - вероятность повреждения здоровья работников в результате воздействия опасных и вредных факторов. При реализации опасных факторов возможны травмы, а при воздействии вредных факторов - заболевание вследствие кумулятивного накопления вредных факторов в организме человека.

Последствием воздействия на работающего опасных и вредных факторов может быть:

временная нетрудоспособность;

инвалидность;

летальный исход.

Условия профессиональной деятельности по риску гибели человека на производстве ориентировочно разделяют на четыре категории безопасности:

I – условно безопасная, $R < 10^{-4}$;

II – относительно безопасная, $R = 10^{-4} \dots 10^{-3}$;

III – опасная, $R = 10^{-3} \dots 10^{-2}$;

IV – особо опасная, $R > 10^{-2}$.

Приемлемый риск - минимальный, который может быть достигнут из реальных экономических, технических и экологических возможностей. В развитых странах приемлемый риск гибели человека установлен в законодательном порядке и составляет $R = 10^{-6}$ в год - так называемый **социально-приемлемый риск**.

Индивидуальный риск - опасность для отдельного индивидуума.

Социальный (групповой) риск - вид опасности, отнесенный к группе людей. Социальный риск используется при оценке техногенных аварий, природных катастроф, эпидемий и т.п.

Остаточный риск - риск реализации опасности после выполнения мероприятий по их предупреждению, защите или сокращению.

При анализе и оценке риска используют различные методы:

статистические данные травматизма, профзаболеваний, эпидемий,

природных катастроф, технических отказов и аварий и т.п.;

экспертные оценки;

моделирование;

социологический опрос населения.

Современный рост уровня техники настоятельно требует **новых качественных подходов к оценке безопасных условий жизнедеятельности** человека и общества в целом. Для особо

значимых народнохозяйственных объектов, обеспечивающих жизнедеятельность предприятий и населения в регионах (энерго-, теплоснабжение, транспорт и др.), необходимо априорно проводить квантификацию опасностей.

Задание 2.1 Оценка ветровой нагрузки, формирующей опасные условия жизнедеятельности

Влияние ветровой нагрузки определяется силой (скоростью) ветра, направленностью (роза ветров) и продолжительностью.

Каждый регион имеет свои характерные среднестатистические и максимальные ветровые нагрузки, при которых действуют запреты на отдельные виды работ, см. табл. 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 Характерные признаки ветровой нагрузки

Скорость, м/с	Характерные признаки
1-3	<i>Слабый</i> - ощущается лицом, шелест листьев, короткие волны
8-12	<i>Сильный</i> - ощущается рукой, поднимает пыль, колебание веток, барашки на воде
18-21	<i>Шторм</i> - гнутся большие деревья, сносит легкие крыши, высокие волны
более 29	<i>Ураган</i> - ломает деревья, большие разрушения, трудно дышать и продвигаться, сносит крыши, переворачивает автомобили
более 60	<i>Смерч</i> - подъем и переворачивание тяжелых предметов, затруднено дыхание, быстрое охлаждение, частичное разрушение зданий, снос металлических каркасов, крыш

Таблица 2.2 Запрещения и ограничения по отдельным видам работ при ветровых нагрузках

№№ п/п	Сила ветра	Ограничения и запрещения по видам работ
1	Более 3 м/с	Химическая обработка лесопосадок, питомников
2	Более 10 м/с	Погрузо-разгрузочные работы. Перемещение и установка вертикальных панелей с большой парусностью
3	Более 11 м/с	Лесохозяйственные и лесозаготовительные работы (рубка леса, заготовка семян и шишек, изыскательская работа и т.д.)
4	Более 15 м/с	Монтажные работы на высоте в открытых местах. Кровельные работы. Кладка кирпичных труб. Выход в открытые водные пространства (море, озеро и т.д.). Восхождение в горах

- Ветровые нагрузки 10 м/с и более могут возникнуть при выполнении взрывных работ.

Порядок работы

По варианту задания из табл. 2.3 выпишите значения ветровых нагрузок в регионе за год.

Таблица 2.3

Варианты задания		Количество дней (N_0) ветровой нагрузки в году				
		A1 1-3 м/с	A2 8-12 м/с	A3 18-22 м/с	A4 более 30 м/с	A5 Более 60 м/с
1	12	20	100	10	5	-
2	13	60	100	15	5	-
3	14	15	150	60	20	5
4	15	30	200	30	10	-
5	16	30	150	100	10	5
6	17	10	200	100	20	5
7	18	40	250	50	5	-
8	19	40	200	30	-	-
9	20	60	150	30	10	-
10	21	30	100	50	40	10
11	22	80	200	50	10	-

Рассчитайте вероятность реализации событий $R(A)$.

Определите силу ветра в баллах по шкале Бофорта (1 балл \ll 2 м/с или 1 м/с \ll 0,5 балла).

Из табл. 1 и 2 выпишите:

характерные признаки ветровых нагрузок;

уровни опасности среды обитания;

запреты на выполнение отдельных видов работ.

Результаты представьте в виде табл. 2.4.

Таблица 2.4 Результаты

Ветровая нагрузка		Расчет и выводы			
Событие	№ (по варианту)	Вероятность	Уровень опасности	Баллы	Запрет на работы
A1 1-3 м/с					
A2 8-12 м/с					
A3 18-22 м/с					
A4 более 30 м/с					
A5 более 60 м/с					

Выводы:

Максимальная сила ветра;

Наиболее вероятная сила ветра в регионе, риск события;

По табл. 2 определяются виды работ, которые запрещаются выполнять при данной силе ветра.

Задание 2.2. Оценка индивидуального риска на производстве

Задания 2.2-2.4 выполняются без учета варианта

По статистическим данным в среднем за год в стране получают травмы на производстве 400 тысяч человек, из них 10 тысяч - травмы с летальным исходом и 15 тысяч человек становятся инвалидами.

Общее количество населения страны 144 млн. человек. Из них около 21,5% - пенсионеры и около 22,5% - дети.

Определите риск по травматизму, летальному исходу и инвалидности для трудоспособного населения.

Сравните полученные значения с социально приемлемым риском.

Определите категорию безопасности

Сделайте выводы.

Задание 2.3. Оценка индивидуального риска

В таблице 2.5 приведены статистические данные индивидуального риска с летальным исходом.

Таблица 2.5

№ п/п	Причина	Риск
1	Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$
2	Железнодорожный транспорт	$4 \cdot 10^{-7}$
3	Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
4	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
5	Падение	$9 \cdot 10^{-5}$
6	Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
7	Пожар (ожог)	$4 \cdot 10^{-5}$
8	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$

Определите количество погибших (N_0) в стране за год, используя данные табл. 2.5.

Сравните данные и выделите наиболее *безопасный* вид транспорта.

Определите количество пострадавших при пожаре в бытовых условиях. Как показывает статистика, число этих жертв составляет до 80% от общего числа погибших.

Задание 2.4 Определение вероятности наиболее значимых причин пожара

В таблице 2.6 приведены средние статистические данные о количестве и причинах пожаров, произошедших за год

Таблица 2.6

№ п/п	Причины пожаров	Количество пожаров
1	поджоги	426
2	неисправное производственное оборудование	61
3	неисправленное электрооборудование	1302
4	электробытовые приборы	326

5	(в том числе телевизоры)	49
6	электрогазосварка	136
7	взрывы	9
8	самовозгорание веществ	13
9	неисправность печей и дымоходов	140
10	нарушение правил эксплуатации	90
11	неосторожное обращение с огнем	5227
12	неосторожность при курении	1737
13	детская шалость с огнем	201
14	грозовые разряды	1
15	неустановленные причины	295

Определите вероятность пяти наиболее значимых, по вашему мнению, причин пожара.

Задание 2.5 Оценка вероятности среднегодовых метеопараметров метеоусловий

Порядок работы

Используя данные мониторинга, заполните таблицу 2.7 сравнения климатических условий. В качестве объектов исследования предлагаются Ростов-на-Дону и район по месту проживания

Таблица 2.7

	Метеоусловия*	Ростов-на-Дону	Место проживания
1	Количество ясных дней		
2	Количество дней когда выпадают осадки:		
	- при положительной температуре		
	- при отрицательной температуре		
3	Количество пасмурных и туманных дней		
4	Количество дней с отрицательной температурой воздуха		

* Для выполнения задания рекомендуется воспользоваться данными мониторинга климатических условий в определенной местности (например с сайта :<http://www.pogodaiklimat.ru/>)

Определите вероятность реализации метеоусловий в Ростове-на-Дону за год и сравните с метеоусловиями по месту Вашего постоянного проживания (или в соответствии с заданием преподавателя).

Сделайте выводы о наиболее благоприятных погодных условиях на основе вероятностной оценки.

Практическая работа №3

Оценка риска сложных систем

Цель: освоить методику априорного анализа опасностей

Порядок выполнения:

Изучение теоретического материала (ответы на контрольные вопросы);

Решение заданий. Выбор варианта по следующей таблице:

Номер по списку	Вариант задания
1-5	3.1; 3.5
6-11	3.2; 3.4
12-16	3.3; 3.1
17-21	3.4; 3.2
22-26	3.5; 3.4

Выводы выполняются по каждому заданию.

Теоретические сведения

Реализация любой опасности - это цепь случайных событий, реализуемых в данный момент времени и имеющих свою вероятность.

Анализ безопасности может осуществляться априорно и апостериорно, т.е. до или после нежелательного события.

Априорный анализ. Исследователь выбирает такие нежелательные события, которые являются потенциально возможными для данной системы, и пытается определить набор различных ситуаций, которые могут привести к их появлению.

Апостериорный анализ. Выполняется после того, как нежелательные события уже произошли. Цель такого анализа – разработка рекомендаций на будущее. Априорный и апостериорный анализы дополняют друг друга.

В обоих случаях используемый метод может быть прямым и обратным. **Прямой метод** анализа состоит в изучении причин, чтобы предвидеть последствия

При **обратном методе** анализируются последствия, чтобы определить причины, т.е. анализ начинается с заключительного события

Имея вероятность и частоту возникновения первичных событий, можно, двигаясь снизу вверх, определить вероятность заключительного события

Основной проблемой при анализе безопасности является установление параметров или границ системы. Если система будет чрезмерно ограничена, то появляется возможность получения разрозненных несистематизированных предупредительных мер, т.е. некоторые опасные ситуации могут остаться без внимания. С другой стороны, если рассматриваемая система слишком обширна, то результаты анализа могут оказаться крайне неопределёнными. Перед исследователем стоит вопрос также о том, до какого уровня следует вести анализ. Ответ на этот вопрос зависит от конкретных целей анализа
Конечная цель – предотвращение нежелательных событий

Априорный анализ опасности

Пример 3.1. Рассмотрим сложное событие – пожар, реализация которого

возможна только при одновременной реализации 3-х независимых событий (рис. 3.1).

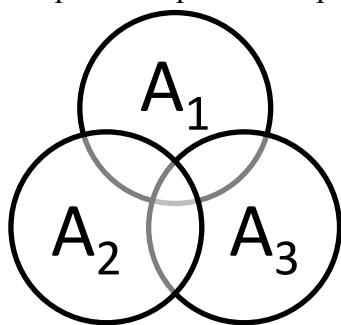


Рис. 3.1: A_1 – наличие горючего материала; A_2 – наличие окислителя (O_2);
 A_3 – источник огня (тепла).

Риск (вероятность) пожара – $R(A)$ определяется как произведение вероятностей 3-х событий, изображаемых логической схемой «И», см. рис.2, и определяемый по формуле:

$$R(A) = \prod_{i=1}^3 (A_i) = R(A_1) \cdot R(A_2) \cdot R(A_3) \quad (3.1)$$

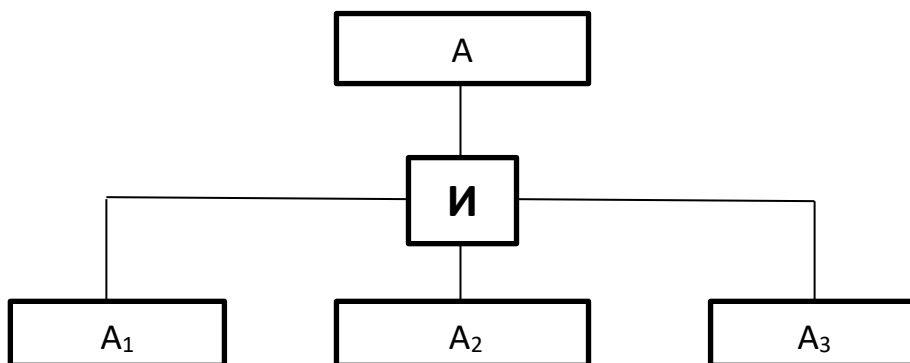


Рис. 3.2. Логическая схема «И» сложного события (пожар)

Пример 3.2. Травма на производстве – событие A при работе с инструментом.

Рассмотрим сложное событие A , реализация которого возможна по причине A_1 – человеческий фактор или A_2 – неисправность инструмента или A_1 и A_2 одновременно. События A_1 и A_2 совместны (рис. 3.3)

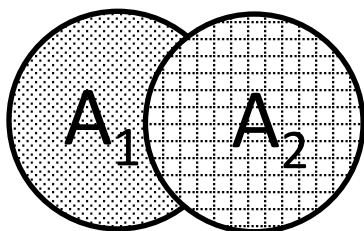


Рис. 3.3. Заштрихованные зоны – условия реализации события А (травма)

Логическая схема вероятности события А (травмы) ИЛИ определяется по формуле:

$$R(A) = 1 - \prod[1 - R(A_i)] = 1 - [1 - R(A_1)] \cdot [1 - R(A_2)] \quad (3.2)$$

При этом событие A_1 может быть следствием ряда причин: состояние здоровья, утомление, нарушение требований безопасности и т.д. Событие A_2 может произойти в результате износа или неисправности инструмента.

Задание 3.1. Постройте логическую схему и формулу вероятности события «Пожар в лесу».

Последовательность действий:

- Укажите основные (обязательные) условия возникновения пожара.
- Определите возможные причины пожара и постройте «дерево опасностей и причин».
- Укажите наиболее значимые причины пожара (проранжируйте).
- Предположите первоочередные меры предупреждения пожара.

Задание 3. 2. Постройте логическую схему и формулу вероятности события «Пожар в бытовых условиях».

Последовательность действий - см. задание 3.1.

Задание 3.3. Постройте логическую схему и формулу вероятности события «Автомобильная авария на дороге».

Последовательность действий:

- Определите «обязательных» участников сложного события (автомобиль, водитель и т.д.).
- Раскройте возможные причины аварии по каждому из «участников».
- Составьте логическую схему причин аварии (причинно-следственные связи).
- Проранжируйте причины по их значимости.
- Предложите первоочередные меры по предупреждению аварии.

Задание 3.4. Постройте логическую схему и формулу причинно-следственных связей «Электротравма на производстве».

Последовательность действий:

- Определите условия, обеспечивающие электротравму (участников события).
- Укажите возможные причины электротравмы и постройте логическую схему.
- Установите наиболее вероятные причины электротравмы (проранжируйте).
- Предложите первоочередные меры предупреждения электротравмы.

Задание 3.5. Постройте логическую схему и формулу «Авария при транспортировке Груза».

Последовательность действий (аналогично заданиям 3.1 – 3.4).

Практическая работа №4

Количественная оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов

Цель: Определение количественной и экономической оценки опасности и вредности производственных процессов.

Порядок выполнения:

Изучение теоретического материала (ответы на контрольные вопросы);

Решение заданий по вариантам;

Выводы по каждому заданию.

Теоретические сведения

Безопасность техносферы

В настоящее время особо остро проявляются проблемы обеспечения безопасности человека в техносфере, в том числе в производственной среде.

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.

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

Важная задача заключается в том, чтобы сформировать у работающих понимание источников возникновения конкретной опасности, а также устойчивые знания методов и средств ее минимизации

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.

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.

4.1. Определение вероятности несчастного случая

Можно утверждать, что наступление несчастного случая (события A) возможно при совместном появлении трех событий: события B - наличие опасной зоны, где возможно воздействие опасного производственного фактора; события C - нахождения в этой зоне человека и события D - совершение этим человеком ошибочных действий либо действий, связанных с нарушениями логической или трудовой дисциплины. Поскольку каждое из этих событий может быть, а может и не быть, о них можно говорить с известной долей вероятности. Следовательно, несчастный случай, также является вероятной величиной, которая в самом простом виде может быть представлена вероятностным выражением

$$P(A) = P(B) \cdot P(C) \cdot P(D), \quad (4.1)$$

где $P(A)$ - вероятность возникновения несчастного случая;

$P(B)$ - вероятность наличия опасной зоны на рабочем участке;

$P(C)$ - вероятность появления людей в опасной зоне;

$P(D)$ - вероятность совершения человеком ошибочных действий.

$P(C)$ пропорциональна численности людей в опасной зоне и времени их пребывания в ней

$$P(C) = \frac{n_i}{n} \cdot \frac{t_i}{t}, \quad (4.2)$$

где n_i - численность людей, подвергающихся риску травмирования при выполнении i -й технологической операции;

n - количество людей, занятых в выполнении технологического процесса (звено, бригада);

t_i - время реализации i -й технологической операции в опасной зоне;

t - время реализации технологического процесса.

Вероятность ошибочных действий рекомендуется определять по формуле

$$P(D) = \frac{m_i}{m}, \quad (4.3)$$

где m_i - число операций, выполняемых с нарушением правил безопасности;

m - число операций в рассматриваемом технологическом процессе.

Если опасность присутствует при выполнении нескольких технологических операций j , то

$$P(A) = \sum_{i=1}^j \frac{n_i}{n} \cdot \frac{m_i}{m} \cdot \frac{t_i}{t}. \quad (4.4)$$

Задание 4.1. Определить вероятность несчастного случая на участке. Исходные данные для расчета приведены в табл. 4.1. Вариант задания выбирается согласно актуальному списку (ведомости) группы.

Таблица 4. 1 Исходные данные

№ варианта	n_i	n	t_i	t	m_i	m	№ варианта	n_i	n	t_i	t	m_i	m
1	1	5	3	25	1	7	16	4	12	3	30	2	14
2	2	10	3	30	2	8	17	3	9	2	15	3	15
3	3	15	4	40	3	12	18	2	6	1	10	2	8
4	4	12	5	50	3	15	19	1	5	2	25	1	6
5	3	14	1	15	2	7	20	2	10	3	30	2	12
6	3	12	2	20	1	6	21	4	14	3	25	2	12
7	2	10	3	30	2	8	22	3	12	2	30	3	15
8	4	6	4	40	3	12	23	2	20	1	20	2	10
9	1	5	5	50	3	15	24	1	15	2	40	1	9
10	5	15	1	15	2	7	25	2	12	3	30	2	10
11	4	4	3	30	1	9	26	3	14	2	30	2	14
12	6	14	5	25	1	7	27	1	10	3	15	1	15
13	1	9	1	40	2	12	28	4	15	4	10	2	8
14	3	12	4	20	1	15	29	2	12	3	25	1	9
15	2	10	3	30	1	12	30	1	11	2	30	2	12

Количественная оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов

Использование понятия «потенциальная опасность и вредность техносферы» в инженерных расчетах предполагает наличие ее количественной оценки.

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

2.4.1. Количественная оценка потенциальной опасности производственных процессов

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

$$P_{vi} = P_i^v P_i^p \quad (4.5)$$

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:

$$P_i^v = \frac{t_i^v}{T_{cm}} \quad \text{и} \quad P_i^p = \frac{t_i^p}{T_{cm}} \quad (4.6)$$

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

$$P_{vi} = P_i^v P_i^p = \frac{t_i^v}{T_{cm}} \cdot \frac{t_i^p}{T_{cm}} = \frac{1}{T_{cm}^2} (t_i^v \cdot t_i^p) \quad (4.7)$$

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

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

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

.....

$$P_v(n) = P_{v_n} + P_{v_{(n-1)}} - P_{v_n} P_{v_{(n-1)}} \quad (4.8)$$

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 производственного процесса в целом:

$$P_{пп}^o = \frac{N_1 P_0(1) + N_2 P_0(2) + \dots + N_n P_0(n)}{N} \quad (4.9)$$

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

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

N - общая численность работающих:

$$N = N_v + N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad (4.10)$$

Где N_v - количество работающих, не подвергающихся действию опасных факторов.

2.4.2 Количественная оценка потенциальной вредности производственных процессов

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

$$P_{bj} = P_j^b P_j^p P_j^{pc} \quad (4.11)$$

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^{pc} - поражающая способность j -го вредного фактора (вещества).

Вероятность наличия в рабочей зоне j -го вредного вещества:

$$P_j^b = \frac{t_j^b}{T_{cm}} \quad (4.12)$$

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

Вероятность нахождения человека в зоне действия j -го вредного фактора: $P_j^p = \frac{t_j^p}{T_{cm}}$ (4.13)

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

Поражающая способность j -го вредного вещества:

$$P_j^{pc} = \frac{d_j}{D_j} \quad (4.14)$$

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^{pc} получим:

$$P_{bj} = \frac{t_j^b t_j^p d_j}{D_j T_{cm}^2} \quad (4.15)$$

Вероятность вредного воздействия m вредных факторов определяется по формуле:

$$P_b(m) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{bj}) \quad (4.16)$$

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:

$$P_{пп}^b = \frac{N_1 P_b(1) + N_2 P_b(2) + \dots + N_m P_b(m)}{N} \quad (4.17)$$

Где $N_1, N_2, \dots, N_m \dots$ - количество работающих в зоне действия 1, 2, ..., вредных m факторов; N - общая численность работающих:

$$N = N_b + N_1 + N_2 + \dots + N_m \quad (4.18)$$

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

2.4.3 Экономическая оценка потенциальной опасности и вредности производственных процессов (ущерб)

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

$$v_{пп} = v_{по} + v_{пв} \quad (4.19)$$

где $v_{по}$ - потери, обусловленные действием опасных факторов;

$v_{пв}$ - потери, обусловленные действием вредных факторов.

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

$$v_{по} = \frac{T}{T_{cm}} \sum_i^n N_i^v P_v(i) C_{v_i}, \quad (4.20)$$

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

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

C_{vi} - потери от действия на работающих i -го числа опасных факторов;

n - количество опасных факторов.

$$v_{\text{пв}} = \frac{T}{T_{\text{см}}} \sum_{j=1}^m N_j^b P_b(j) C_{bj}, \quad (4.21)$$

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_{bj} - потери от действия на работающих j -го числа вредных факторов;

m - количество вредных факторов.

Подставив в формулу (16) значения $v_{\text{по}}$ и $v_{\text{пв}}$ получим суммарные потери:

$$v_{\text{пп}} = \frac{T}{T_{\text{см}}} \left[\sum_{i=1}^n N_i^v P_v(i) C_{vi} + \sum_{j=1}^m N_j^b P_b(j) C_{bj} \right] \quad (4.22)$$

Задание 4. 2

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 $T_{\text{см}}$ (ч). Общее количество работающих N (чел), из них N_1 (чел) выполняют опасные операции. Исходные данные в таблице 4.2.

Указания к решению задачи

1. Определить вероятность нахождения работающих в зоне движения автотранспорта:

$$P_1^P = \frac{t_1^P \cdot m_1}{T_{\text{см}}}, \quad (4.2.1)$$

2. Определить вероятность проследования автотранспортом места возможного перехода работающими автодороги:

$$P_1^v = \frac{t_1^P \cdot n_1 T_{\text{см}}}{T_{\text{см}}} = t_1^P \cdot n_1 \quad (4.4.2)$$

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

$$P_{v_1} = P_1^P P_1^v \quad (4.2.3)$$

4. Определить вероятность нахождения работающих в зоне движения железнодорожных состава:

$$P_2^P = \frac{t_2^P \cdot m_2}{T_{\text{см}}} \quad (4.2.4)$$

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

$$P_2^v = \frac{t_2^P \cdot n_2 T_{\text{см}}}{T_{\text{см}}} = t_2^P \cdot n_2 \quad (4.2.5)$$

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

$$P_{v_2} = P_2^P P_2^v \quad (4.2.6)$$

7. Определим вероятность совместного действия двух опасных факторов (4.8):

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

8. Определим потенциальную опасность производственного процесса:

$$P_{\text{III}}^o = \frac{N_1 P_v(2)}{N}$$

(4.2.7)

9. Сделать выводы.

Таблица 4.2 Варианты заданий

Вариант	Исходные данные								
	$t_1^P, \text{ч}$	$t_2^P, \text{ч}$	m_1	m_2	$n_1, \text{1/ч}$	$n_2, \text{1/ч}$	$T_{\text{см}}, \text{ч}$	$N, \text{чел}$	$N_1, \text{чел}$
1	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	15	25	4	2	8	112	50
2	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	13	30	5	3	6	99	42
3	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	14	22	6	4	8	102	44
4	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	12	8	3	6	93	38
5	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	11	20	3	2	8	100	43
6	$5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	9	14	5	3	6	80	45
7	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	12	27	6	2	8	81	37
8	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	8	14	12	4	6	88	35
9	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	20	7	2	8	106	46
10	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	11	30	6	2	6	115	52
11	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	20	11	3	8	87	34
12	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	12	24	5	4	6	90	36
13	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-8}$	13	26	6	2	8	110	49
14	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	15	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	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	15	10	5	6	84	33
17	$7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	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	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-8}$	10	21	4	2	8	80	30
20	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	8	22	9	3	6	77	45
21	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	9	20	12	4	8	73	41
22	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	13	25	6	2	6	94	37
23	$7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	15	30	4	5	8	114	51
24	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	14	15	3	5	6	109	48
25	$6 \cdot 10^{-3}, 5$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	11	29	7	3	8	83	32
26	$6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	15	23	10	2	6	125	55
27	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-8}$	10	17	8	4	8	94	38
28	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	13	22	4	3	6	85	33
29	$7 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	12	20	5	2	8	114	52
30	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	8	15	9	2	6	97	40

Задание 4.3

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

Продолжительность рабочей смены $T_{см}$ (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 (мг/м³). Предельное содержание j-го вредного вещества D_j (мг/м³). Количество работающих в зоне действия вредных факторов N_m (чел). Количество в работающих, не подвергающихся действию вредных факторов N_b (чел). Общая численность работающих N (чел). Исходные данные в таблице 4.3.

Таблица 4.3 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		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	5,0	6,0	6,0	4,0	2,0	2,0
d_{j_3} , мг/м ³		5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	5,0	6,0	4,0	8,0	6,0
D_{j_3} , мг/м ³		8	6	7	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
$T_{см}$, ч		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

Продолжение таблицы 4.3

Исходные данные		Варианты									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t_{j1}^b , ч	бензол	2,5	2,3	1,5	1,7	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 ³		8	10	12	14	9	19	10	15	18	13
D_{j1} , мг/м ³		10	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 ³		30	25	33	28	35	32	35	30	30	25
D_{j2} , мг/м ³		35	30	35	30	40	36	45	40	38	30
N ₂ , чел		20	10	12	15	30	14	22	30	32	15
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	3	4	4	5	5	6	7	6	7
D_{j3} , мг/м ³		4	5	5	6	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 _{см} , ч		8	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 ³		9	10	8	6	15	12	15	10	10	10
D_{j1} , мг/м ³		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 ³		25	25	30	30	20	20	35	35	40	40

$D_{j2}, \text{мг/м}^3$		30	30	40	45	30	35	40	42	45	50
$N_2, \text{чел}$		20	20	30	30	40	10	10	25	25	35
$t_{j3}^b, \text{ч}$	алюминий	3,2	3,4	3,6	3,5	3,3	4,0	3,1	4,0	3,5	3,6
$t_{j3}^p, \text{ч}$		2,0	2,4	3,0	3,2	3,0	3,8	5,0	2,8	3,1	4,0
$d_{j3}, \text{мг/м}^3$		6	6	5	5	4	4	8	7	7	6
$D_{j3}, \text{мг/м}^3$		7	7	6	6	5	9	8	9	6	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
$T_{\text{см}}, \text{ч}$		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

Указания к решению задачи

1. Определить вероятность наличия в рабочей зоне каждого вредного вещества P_j^b .
2. Определить вероятность нахождения человека в зоне действия каждого вредного вещества P_j^p .
3. Определить поражающую способность каждого вредного вещества $P_j^{\text{пс}}$. Определить вероятность действия каждого вредного вещества P_{bj} .
4. Определить вероятность воздействия всех вредных факторов.
5. Определить вредность производственного процесса в целом.
6. По приложению В установить классы опасности вредных веществ и виды их действия на организм человека.
7. Сделать выводы.

Задание 4.4

Дать экономическую оценку потенциальной опасности и вредности производственных процессов. Потери от действия на работающих i -го числа опасных факторов Cv_i . Потери от действия на работающих j -го числа вредных факторов Cb_j . Время «жизни» производственного процесса T (лет). Исходные данные в таблице 4.4.

Указания к решению задачи

1. Определить потери от действия опасных факторов за время «жизни» производственного процесса $v_{\text{по}}$
2. Определить потери от действия вредных факторов за время «жизни» производственного процесса $v_{\text{пв}}$.
3. Определить суммарные потери.
4. Сделать выводы.

Таблица 4.4 Варианты заданий

Вариант	Исходные данные					
	C_{v_1} , тыс. руб. (автодорога)	C_{v_1} тыс. руб. (ж/дорога)	C_{v_1} тыс. руб. (бензол)	C_{v_1} тыс. руб. оксид углерода	C_{v_1} тыс. руб. (алюминий)	T, лет
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	55	18
9	50	60	60	20	60	25
10	60	70	70	20	50	15
11	30	50	60	70	40	11
12	40	30	55	50	65	14
13	55	50	50	30	50	18
14	50	40	70	20	50	10
15	45	35	80	25	70	16
16	60	55	75	60	65	12
17	75	45	60	35	50	14
18	50	60	50	50	55	25
19	70	75	65	40	50	10
20	60	70	80	20	70	16
21	45	45	60	35	65	20
22	35	80	75	30	40	17
23	50	50	65	40	55	12
24	55	60	55	45	45	15
25	60	45	50	30	60	20
26	40	50	40	20	55	18
27	45	60	80	25	40	10
28	40	30	60	30	60	14
29	60	45	50	35	70	12
30	30	40	70	50	50	25

Практическая работа № 5

Оценка неблагоприятных условий жизнедеятельности по сокращению продолжительности жизни

Цель: Оценить последствия воздействия на человека неблагоприятных условий труда, а также вредных и травмоопасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту), наносящих ущерб здоровью, приводящих к сокращению жизни и повышению риска его гибели.

Порядок выполнения:

Изучение теоретического материала (ответы на контрольные вопросы);

Решение заданий по вариантам. Выбор варианта по следующей таблице:

Номер по списку	Вариант задания
1-3	5.1; 5.6
4-6	5.2; 5.7
7-9	5.3; 5.8
10-12	5.4; 5.9
13-15	5.5; 5.10
16-18	5.2; 5.11
19-21	5.3; 5.9

Выводы по каждому заданию.

Теоретические сведения

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) – показатель скрытого ущерба здоровью, обобщенная характеристика ущерба неидентифицируемых (скрытых в отличие от проявленных идентифицируемых) результатов воздействия опасности на человека как стохастических эффектов повреждения здоровья (суток за год).

Вредные воздействия производственных факторов приводят к ущербу здоровью, который может быть оценен через подсчет сокращения продолжительности жизни в сутках потерянной жизни за год по формуле

$$\text{СПЖ}_{\Sigma} = \text{СПЖ}_{\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}}, \quad (5.1)$$

где $\text{СПЖ}_{\text{пр}}$, $\text{СПЖ}_{\text{г}}$, $\text{СПЖ}_{\text{б}}$ - время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его соответственно в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

Расчет снижения продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства осуществляется по формуле

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}})(T - T_{\text{н}}), \quad (5.2)$$

где $K_{\text{пр}}$ - ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды сут /год; $K_{\text{т}}$ — ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год; $K_{\text{н}}$ — ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год; T — возраст человека, лет; $T_{\text{н}}$ — возраст к началу трудовой деятельности, лет.

Ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды $K_{пр}$ рассчитывается в зависимости от класса вредности условий труда по табл.5.1.

Неблагоприятные условия труда – это условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Вредные и опасные производственные факторы – это негативные факторы на производстве, воздействие которых на работающих приводит к ухудшению самочувствия и развитию заболеваний (вредные факторы) или к травме (резкому ухудшению здоровья) и даже гибели человека (это опасные факторы).

Человек, занятый трудовой деятельностью, всегда испытывает нагрузки: физические (тяжесть труда) и психоэмоциональные (напряженность труда). Эти нагрузки иначе называются факторами трудового процесса.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

Условия труда по степени вредности и опасности подразделяются на 4 класса – оптимальные (1 класс) и допустимые (2 класс) (безопасные условия труда), вредные (они в свою очередь - на четыре степени вредности – 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) и опасные (4 класс).

Связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда представлена в документе Р.2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», а в данной работе - в таблицах (6-12), составленных на основе указанного выше Руководства.

Ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса K_t определяется в зависимости от класса условий труда по табл.5.2.

Таблица 5.1 Определение скрытого ущерба здоровью на основании общей оценки класса условий труда

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год ($K_{пр}$)
1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2 фактора класса 3.1	3.1	3,75
3 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,1
1 фактор класса 3.4	3.4	50,0
2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 5.2 Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год (Кг)
Менее 3 факторов класса 2	2	-
3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
2 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса K_n определяется в зависимости от класса условий труда по табл.5.3.

Таблица 5.3 Скрытый ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса

Класс вредности условий труда	Время сокращения продолжительности жизни, сут./год	
	диапазон	среднее значение K_n
3.1	От 2,5 до 5,0	3,75
3.2	От 5,1 до 12,5	8,75
3.3	От 12,6 до 25,0	18,75
3.4	От 25,1 до 75,0	50,0
4	75,1	-

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды определяется по формуле

$$СПЖ_r = (K_{r1}T_t + K_{r2} \frac{t}{24} T_t), \quad (5.3)$$

где K_{r1} и K_{r2} — скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской среды соответственно от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год; t — время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, отнесенное к 24 ч, ч; T_t — количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий в предположении, что человек курит, определяется по формуле

$$СПЖ_b = (K_{b1}T + K_{b2} \frac{n}{20} T_k), \quad (5.4)$$

где K_{b1} и K_{b2} — скрытый ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды соответственно от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год; n — количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым; T_k — стаж курильщика, лет.

Значения ущербов по городской среде K_{r1} K_{r2} и по бытовой среде K_{b1} , K_{b2} приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4 Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской и бытовой среды

Среда	Вредные факторы		
	наименование	обозначение	ущерб, сут./год
Городская	Загрязнение воздуха в крупных городах	$K_{Г1}$	5
	Ежедневная поездка в часы «пик» в общественном транспорте	$K_{Г2}$	2
Бытовая	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	$K_{Б1}$	7
	Ежедневное курение	$K_{Б2}$	50

Оценка риска получения человеком травм с различными исходами в производственных, городских и бытовых условиях

Вероятность получения травмы человеком в различных сферах его жизнедеятельности (производственной, городской, бытовой) оценивается величиной индивидуального риска R . При наличии соответствующих статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = \frac{N_{тр}}{N}, \quad (5.5)$$

где $N_{тр}$ — число травм за некоторый период времени; N — среднесписочная численность работавших за тот же период.

Количественным показателем производственного травматизма являются:

1) коэффициент частоты травматизма:

$$K_{ч} = \frac{N_{тр}}{N} 1000, \quad (5.6)$$

2) коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом:

$$K_{ли} = \frac{N_{ли}}{N} 1000, \quad (5.7)$$

где $N_{ли}$ — число травм с летальным исходом.

Эти показатели определяют число пострадавших, приходящихся на 1000 работающих за определенный период времени (обычно за год). При известных $K_{ч}$ и $K_{ли}$ риски получения на производстве травмы $R_{тр}$ и травмы с летальным исходом $R_{ли}$ определяются по формулам

$$R_{тр} = \frac{K_{ч}}{1000}, \quad (5.8)$$

$$R_{ли} = \frac{K_{ли}}{1000}, \quad (5.9)$$

Значения $K_{ч}$ и $K_{ли}$ для различных отраслей экономики и отдельных профессий приведены в табл.5.5

Таблица 5.5 Коэффициенты частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) и частоты несчастных случаев с летальным исходом ($K_{\text{ли}}$) для отдельных отраслей и некоторых профессий

Отрасль, профессия	Коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$)	Коэффициент Частоты несчастных случаев с летальным исходом ($K_{\text{ли}}$)
По всем отраслям	5,0	0,15
<i>Промышленность</i> (в среднем)	5,5	0,133
в том числе:		
электроэнергетика	1,7	0,131
тепловые сети	3	0,132
черная металлургия	3,6	0,146
цветная металлургия	4,5	0,216
приборостроение	3,1	0,061
автомобильная промышленность	4,6	0,069
лесопильное производство	16,7	0,246
мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
<i>Сельское хозяйство</i>	8,3	0,216
<i>Транспорт</i> (в среднем)	3,6	0,162
в том числе:		
железнодорожный	1,3	0,111
водный	5,0	0,345
авиационный	2,5	0,264
<i>Строительство</i>	5,3	0,312
<i>Коммунальное хозяйство</i>	3,2	0,037
Водитель	-	0,32
Электросварщик	-	0,20
Газосварщик	-	0,21
Грузчик	-	0,18
Слесарь	-	0,11
Крановщик	-	0,14

Риск гибели людей в непроизводственных условиях города $R_{\text{г}}$ и быта $R_{\text{б}}$ можно приближенно оценить, пользуясь данными, приведенными в табл. 5.6

Таблица 5.6 Риск гибели людей в непроизводственных условиях

Причина гибели	В условиях города ($R_{\text{г}}$), В условиях быта ($R_{\text{б}}$)
Автокатастрофа	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-5}$
Электротравма	$6 \cdot 10^{-6}$
Падение человека	$1 \cdot 10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6 \cdot 10^{-6}$
Воздействие пламени	$4 \cdot 10^{-5}$

Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	$5 \cdot 10^{-7}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	$10^{-6} \cdot 10^{-7}$

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (5.10)$$

где R_{Σ} — суммарный риск от n последовательных событий; R_i — вероятность индивидуального события.

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите вариант задания, выданный преподавателем.
2. В соответствии с полученным заданием проведите оценку условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и определите класс вредности условий труда по данным руководства (таблицы в приложении 1-7) заполните таблицу 5.7.

Итоговые таблицы по оценке условий труда по степени вредности и опасности и по показателям тяжести и напряженности.

Таблица 5.7

Фактор	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4

Класс условий труда по факторам производственной среды - _____.

Класс условий труда по тяжести и напряженности - _____.

3. Рассчитайте скрытый ущерб здоровью по фактору неблагоприятных условий производства на основании общей оценки класса условий труда. Значение K_{np} выберите из табл.3
4. Оцените ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса на основе табл. 2.
5. Оцените ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса (табл.3).
6. Оцените влияние вредных факторов городской и бытовой среды.
7. Полученные результаты занесите в таблицу 5.8.

Таблица 5.8.

Класс условий деятельности	СПЖ
СПЖ _{пр}	
СПЖ _г	

СПЖ _б	
СПЖ _Σ	

8. Оцените риск получения травмы $R_{тр}$ или риск гибели на производстве $R_{ли}$ согласно формулам (8) и (9), подобрав величины, коэффициента частоты травматизма $K_ч$ и коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом $K_{ли}$, а риск гибели в непромышленных условиях города $R_г$ и быта $R_б$. Результаты занесите в табл.5.9.

Таблица 5.9.

Показатель травматизма	Расчет риска
$K_ч$	
$K_{ли}$	
$K_г$	
$K_б$	
$R_г$	
$R_б$	
$R_Σ$	

9. Сделайте выводы и предложите рекомендации по увеличению СПЖ и снижению риска $R_{тр}$, и $R_{ли}$.

Задание 5.1

Определите сокращение продолжительности жизни рабочего-заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск его гибели.

Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния (3-й класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блесковость. При контакте со шлифовальным кругом, вращающимся со скоростью 6300 об/мин, заточник испытывает воздействие локальной вибрации, превышающей допустимую на 9 дБ.

Уровень шума превышает допустимый на 25 дБА. Освещенность в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 0,5 E_n (разряд зрительной работы — IV). Живет заточник около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течение 30 лет. Время в пути до места работы составляет 1 ч, в транспорте заточник также подвергается воздействию вибрации.

Задание 5.2

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает неэффективно. Печи индукционного нагрева работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей ПДУ более чем в 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА.

Интенсивность теплового потока на рабочем месте составляет 1,05 кВт/м² (норма - 0,35 кВт/м²).

Запыленность алюминиевой и магниевой пылью (2-й класс опасности, без особого действия), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) 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 от маневровых тепловозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит в среднем по 12 сигарет в день. Трудовой стаж 40 лет.

Задание 5.3

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 ч 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 высокоточной обработкой высоколегированных сталей. Работа 2-х сменная с ночной сменой. Продолжительность смены 10 часов. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нем предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция. Живет оператор в крупном городе, домой добирается на метро за 40 минут (0,66 часа). Курит по 10 сигарет в день в течение 30 лет.

Определите также величину гибели оператора. Оператору 48 лет.

Задание 5.4

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера 50-лет, работающего на авиационном заводе 25 лет в качестве мастера окрасочного участка.

Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля—стирола, фенола (3-й класс опасности, без особенностей действия), формальдегида (2-й класс опасности, влияет на репродуктивную функцию) составляет 7,5 ПДК. Уровень шума при пневматической окраске превышает ПДУ на 25 дБ А, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше 0,5 Е_н (разряд зрительной работы — VI); уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ-1 составляет менее 5 ПДУ.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.) составляет класс условий труда 3.2. Из-за дефицита времени по напряженности труда работа мастера относится к классу 3.1.

Мастер живет в рядом с местом работы.

Задание 5.5

Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра - женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта весом 18 Н в течение

80% времени смены, т.е. 360 мин, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту. Уровень звука в цехе превышает норму на 7 дБА, освещенность составляет 0,6 от E_n при выполнении IV разряда зрительной работы. Загазованность, вызванная испарением растворителей краски (ацетон, уайт-спирит - 4 класс опасности), превышает ПДК в 3,5 раза (уайт-спирит влияет на репродуктивную функцию).

Живет работница рядом с хлебозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 25 дБ А.

Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 часа 15 мин. Она курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, ей 55 лет, рабочий стаж 35 лет

Задание 5.6

Токарь работает в слесарно-сборочном цехе на токарном станке. При заточке присутствует отраженная блескость. Частота вращения вала 6000 оборотов в минуту, что обуславливает локальную вибрацию в 1,5 раза превышающую норму. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому общая освещенность в 2 раза хуже нормы. Занимается изготовлением ответственных деталей высокой точности. Относительная влажность воздуха в цехе 13%. Рабочая поза токаря – стоя более 80% времени стоя.

Токарь ездит на работу на общественном транспорте по 40 минут в одну сторону. Курит с 16 лет по пачке (20 штук) сигарет в день.

Задание 5.7

Гардеробщица принимает верхнюю одежду (одноразовый подъем груза около 3 кг), несет ее до вешалки (передвижение от 1 до 12 м), поднимает на высоту 1,6 м и вешает. Операция повторяется около 600 раз за смену. Затем данная операция повторяется в обратном порядке, т.е. работница снимает одежду с вешалки, несет ее и выдает. Работниц двое, поэтому общая нагрузка делится на 2.

Живет женщина в большом городе, дом стоит вдоль оживленной автомагистрали, на работу добирается на общественном транспорте, затрачивая около 30 мин в одну сторону. Ей 50 лет, из которых она 30 лет курит примерно по полпачки сигарет в день (10 штук).

Задание 5.8

Каротажник занят переброской оборудования на буровую: с напарником загружает оборудование (одноразовый подъем груза 70 кг – 2 шт., 60 кг – 4 шт., 40 кг – 3 шт., 80 кг – 4 шт., 3 кг – 1 шт., 25 кг – 12 шт) и при помощи третьего работника – более тяжелое оборудование (одноразовый подъем груза 90 кг – 1 шт., 130 кг – 1 шт.), при этом груз переносится на 15 м. Затем в том же порядке оборудование разгружают на вертолетной площадке (перенос 5 м). Загрузив все оборудование в тракторный прицеп (перенос груза 0.5 м), переезжают на вертолетную площадку, разгружают оборудование (перенос на 100 м) и загружают в вертолет (перенос груза на 5 м). После перелета перегружают оборудование в машину (перенос груза на 5 м). При этом один работник делает за все время погрузочно-разгрузочных работ 65 глубоких (более 30 град) наклонов корпуса. С грузом он преодолевает расстояние, равное 3538 м по горизонтали, а по вертикали – 536 м. Каротажнику 45 лет, из которых он 30 лет курит примерно по полпачки (10 штук) сигарет в день. Работает он вахтовым методом, заброска на буровую осуществляется вертолетом по 2 часа в каждую

сторону. Продолжительность вахты 29 дней, после чего он отдыхает дома, живет в большом городе около оживленной автотрассы.

Задание 5.9

Рабочее место электролизника расплавленных солей. Цех электролиза алюминия. Работа связана с ведением технологического процесса электролиза алюминия, технологической обработкой электролизеров. Напряженность магнитного поля на рабочем месте превышает ПДУ в 3 раза. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому освещенность в цехе в 2 раза хуже допустимой. В воздухе рабочей зоны присутствуют возгоны каменноугольных пеков и смол, алюминий трифторид в концентрациях, превышающих ПДК в 1,7 раза. Технологический процесс непрерывный, поэтому работа осуществляется посменно, с ночными сменами.

Живет электролизник (возраст 40 лет) вблизи завода, поэтому на работу ходит пешком.

Задание 5.10

Электрогазосварщик работает в цехе производства анодной массы, на участке прокаливания кокса. Занимается электродуговой сваркой трубопроводов пара. Количество смолистых веществ (1 класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 2 раза. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены, поэтому освещенность более, чем в 2 раза хуже нормы. Работа посменная с работой в ночную смену. Температура воздуха в цехе 29 град.

На работу электрогазосварщик добирается трамваем по 40 минут в одну сторону, курит с 17 лет, выкуривая по 20 штук сигарет в день.

Задание 5.11

Главный инженер завода. Рабочее место оснащено компьютером, за которым он проводит больше 4 часов в день. Работа связана с комплексной оценкой производственной деятельности завода. Главный инженер несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Относительная влажность воздуха в кабинете 10%.

Мужчине 44 года, на работу добирается на автомашине, затрачивая на дорогу по 40-60 минут, поскольку живет за городом. Он курит с 22 лет примерно по 10 сигарет в день.

Приложение 1 Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды

Фактор, показатель		Класс условий труда		
		допустимый	вредный	
		2	3.1	3.2
Естественное освещение:				
Коэффициент естественной освещенности КЕО, %		$\geq 0,5$	0,1–0,5	$< 0,1$
Искусственное освещение:				
Освещенность рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ:	I-III, А, Б1	Е	$0,5E_n \leq - < E_n$	$< 0,5E_n$
	IV-XIV, Б2, В, Г, Д, Е, Ж	E_n	$< E_n$	
Прямая блескость*		Отсутствие	Наличие	
Коэффициент пульсации освещенности (Кл, %)		$K_{пн}$	$K_{пн}$	
* Контроль прямой блескости проводится визуально. При наличии в поле зрения работников слепящих источников света, ухудшения видимости объектов различения и жалоб работников на дискомфорт зрения условия труда по данному показателю относят к классу 3.1.				

Приложение 2 - Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных излучений оптического диапазона (лазерное, ультрафиолетовое)

Фактор		Класс условий труда					
		допустим ый	вредный				опасный
			2	3.1	3.2	3.3	
Лазерное излучение		ПДУ ₁	>ПДУ ₁				
		ПДУ ₂	>ПДУ ₂	≤10 ПДУ ₂	<10 ² ПДУ ₂	<10 ³ ПДУ ₂	>10 ³ ПДУ ₂
Ультрафиолетовое излучение	при наличии производственных источников УФ-А+ УФ-В, УФ-С, Вт/м ²	ДНИ ²⁾	>ДНИ ²⁾				
	при наличии источников УФО профилактического назначения (УФ-А), мВт/м ^{2 3)}	9-45 ¹⁾					

- 1) При несоблюдении нормативных требований установка профилактического облучения подлежит отключению ввиду её неэффективности (фактическая облученность менее 9 мВт/м²) или опасности (фактическая облученность более 45 мВт/м²) и при оценке параметров освещения считается отсутствующей
- 2) В соответствии с «Санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (№ 4557-88). При превышении ДНИ работа допускается при использовании средств коллективной и/или индивидуальной защиты.
- ПДУ₁ - для хронического воздействия, ПДУ₂ - для однократного воздействия.

Приложение 3 - Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ, раз					
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ПДУ	5	15	25	35	>35
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	≤ПДУ	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	>12/4
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	≤ПДУ	6/2	12/4	18/6	24/8	>24/8
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

Приложение 4 - Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Геомагнитное поле (ослабление)	Превышение ПДУ (раз)						
	естественный фон	≤ ВДУ	≤5	>5	-	-	-
Электростатическое поле	естественный фон	≤ПДУ	≤5	>5	-	-	-
Постоянное магнитное поле	естественный фон	≤ПДУ	≤5	>5	-	-	-
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц)	естественный фон	≤ПДУ	≤5	≤10	>10	-	>40
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)	естественный фон	≤ПДУ	≤ 5	≤10	>10	-	-
Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ	-	≤ ВДУ	>ВДУ	-	-	-	-
Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона							
0,01–0,03 МГц	естественный фон	≤ПДУ	≤5	≤10	>10	-	-

0,03–3,0 МГц	естественный фон	≤ПДУ	≤5	≤10	>10	-	-
3,0–30,0 МГц	естественный фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	-
30,0–300,0 МГц	естественный фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	>100
300,0 МГц –300,0 ГГц	естественный фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	>100
Широкополосный электромагнитный импульс	-	≤ПДУ	≤5	>5			>50

Приложение 5 - Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества*	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Вредные вещества 1–4 классов опасности, за исключением перечисленных ниже	≤ ПДК _{макс}	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	
	≤ ПДК _{сс}	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	>15,0	>20,0
Высоко- и умереннофиброгенные АПФД* ; пыли, содержащие природные (асбесты, цеолиты) и искусственные (стеклянные, керамические, углеродные и др.) минеральные волокна	≤ПДК ≤КПН	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10	> 10	-

Приложение 6 - Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудоового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальн ый (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 1 м: 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 рабочей смены: 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	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000

преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)				
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 до 120 000	более 200000 более 120000
5. Рабочая поза				
5. 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	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 %

		60 % времени смены.		времени смены.
6. Наклоны корпуса				
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

Приложение 7 - 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 (работа по 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	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной

			я оценка фактических значений параметров	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 различия (при расстоянии от глаз работающего до объекта различия не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	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 %
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75

сосредоточенного наблюдения (% времени смены)				
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 дополнительные усилия в работе со стороны работника	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска	Исключена			Вероятна

для собственной жизни				
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 техпроцесса 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	Двухсменная работа (без	Трёхсменная работа	Нерегулярная сменность с

	ночной смены)	ночной смены)	(работа в ночную смену)	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 и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Практическое задание № 6

Дерево отказов и расчёт ожидаемого риска возникновения аварии.

Дерево отказов (дерево аварий) представляет собой сложную графологическую структуру, лежащую в основе словесно-графического способа анализа возникновения аварии из последовательностей и комбинаций неисправностей и отказов элементов системы.

Методы деревьев отказов и событий позволяют учесть функциональные взаимосвязи элементов системы в виде логических схем, учитывающих взаимную зависимость отказов элементов или групп элементов.

Имея такую схему, специалист, даже не обладая основательными знаниями по теории вероятностей, может не только найти наиболее безопасный вариант развития событий, но и оценить ожидаемый риск, если соответствующее дерево событий или отказов дополнено статистическими данными

Анализ дерева отказов — это описание всех возможных причин отказов. Наиболее доступные для исследования причины — это отказы компонентов, по которым имеется достаточное количество статистических данных. С помощью анализа дерева отказов фактически делается попытка количественно выразить риск дедуктивным методом. Деревья отказов идентифицируют событие или ситуацию, создающие риск, после чего ставится вопрос: как могло возникнуть такое событие?

Практическая полезность дерева отказов зависит от тщательности оценки верхнего события. Большинство непосредственных причин верхних событий могут изучаться, как будто они сами являются верхними событиями. Теоретически такой анализ может проводиться очень детально на многих уровнях. Наиболее доступные для исследования причины - это отказы компонентов, по которым имеется достаточное количество статистических данных.

Методика построения дерева отказов .

Определяют вероятность аварийного (предельно опасного, конечного) события, которое является вершиной дерева. Данное событие четко формулируют, дают признаки его точного распознавания. Для объектов химической технологии, например, к таким событиям относятся разрыв аппарата, пожар, выход реакции из-под контроля и др. Если конечное событие сразу определить не удастся, то производят прямой анализ работы объекта с учетом изменения

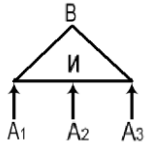
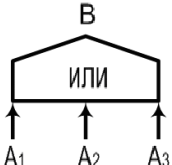
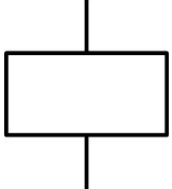
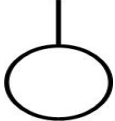
состояния работоспособности, ошибок оператора и т.п.

Перечисляют возможные отказы, рассматривают их комбинации, определяют последствия этих событий.

Используя стандартные символы событий и логические символы (табл.1), дерево строят в соответствии со следующими правилами:

- а) конечное (аварийное) событие помещают вверху;
- б) дерево состоит из последовательности событий, которые ведут к конечному событию;
- в) связь между уровнями осуществляется с помощью логических элементов «И», «ИЛИ»;
- г) событие над логическим знаком помещают в прямоугольнике, а само событие описывают в этом прямоугольнике;
- д) первичные события (исходные причины) располагают снизу.

Таблица 1 - Стандартные символы событий и логические символы, применяемые при построении деревьев отказов

Вид элемента	Наименование	Описание
	Схема «И» (совмещение)	Выходной сигнал B появляется только тогда, когда поступают все входные сигналы
	Схема «ИЛИ» (объединение)	Выходной сигнал B появляется при поступлении одного или нескольких сигналов A_i
	Результирующее событие	Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы
	Первичный отказ	

Простейшее дерево отказов, характеризующее возникновение пожара в аппарате, показано на рис. 1.

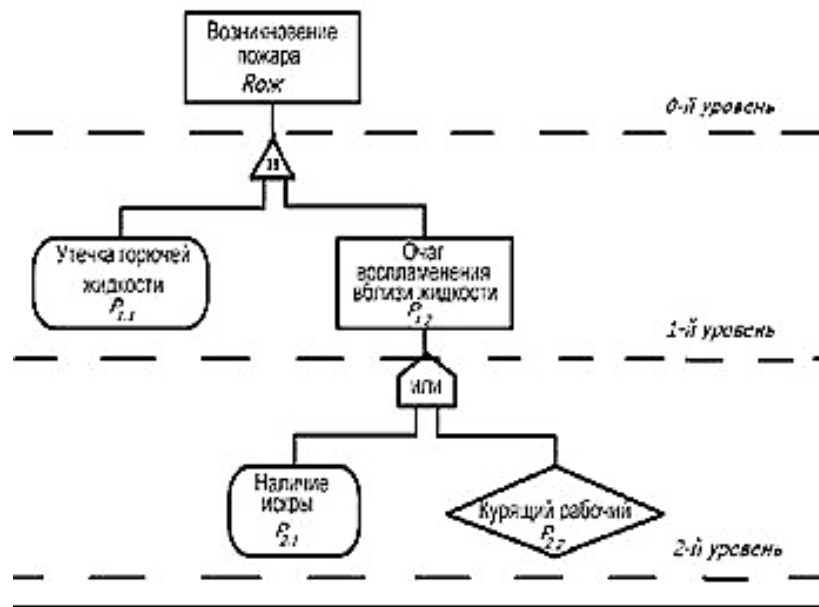


Рис. 1 Дерево отказов, характеризующее возникновение пожара в аппарате

При построении дерева отказов события располагают по уровням. Главное (конечное) событие занимает верхний — нулевой уровень, ниже располагают события 1-го уровня (среди них могут быть и начальные), затем 2-го уровня и т.д. Если на первом уровне содержится одно или несколько начальных событий, объединяемых логическим значком «ИЛИ», то возможен непосредственный переход от начального события к аварии. выделенных минимальных аварийных сочетаний и траекторий. Качественный анализ закл

Качественно и количественно исследуют дерево аварий с помощью ючается в сопоставлении различных маршрутов от начальных событий к конечному и определении критических (наиболее опасных) путей, приводящих к аварии. При количественном исследовании рассчитывают вероятность появления аварии в течение задаваемого интервала времени по всем возможным маршрутам. При расчете вероятности возникновения аварии необходимо учитывать применяемые логические знаки. Вероятность $Q(B)$ выходного события B при независимости входных событий A_1, A_2, \dots, A_n определяют по формулам:

при знаке И:
$$Q(B) = \prod_{i=1}^m P(A_i), \quad (1)$$

при знаке ИЛИ:
$$Q(B) = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P(A_i)), \quad (2)$$

где $P(A_i)$ — вероятность события A_i .

Пример решения задачи

ДАНО: уравнение (А) ожидаемого риска гипотетической аварии и вероятности возникновения отказов:

$$R_{ож} = (P_{2.1} * (1 - (1 - P_{3.1})(1 - P_{3.2})) * ((1 - (1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4}))) \quad (A)$$

$$P_{21}=0,0015 \quad P_{23}=0,04 \quad P_{24}=0,08 \quad P_{31}=0,035 \quad P_{32}=0,046$$

Необходимо построить дерево отказов и рассчитать ожидаемый риск возникновения аварии.

Сравнить полученное значение риска с допустимым в настоящее время ($R_{\text{доп.}} = 10^{-4}$) и сделать выводы о необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению безопасности.

Составить уравнения других возможных сценариев возникновения аварии.

РЕШЕНИЕ:

По виду уравнения делаем вывод, что оно состоит из 4 – уровней (третий, второй, первый и нулевой), т.к. имеют место события с индексом 3 ($P_{3.1}$, $P_{3.2}$).

События $P_{3.1}$ и $P_{3.2}$ связаны с выше стоящим вторым уровнем логическим оператором «ИЛИ», так как вид фрагмента исходного уравнения $\dots (1-(1-P_{3.1})(1-P_{3.2}))\dots$ соответствует формуле (2)

Графически это можно представить следующим образом: рис. 2

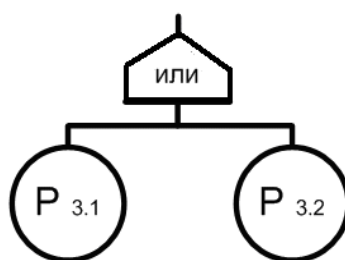


Рис.2

Переходим ко второму уровню (события, имеющие индекс 2). К ним относятся $P_{2.1}$, $P_{2.3}$ и $P_{2.4}$. Нет события $P_{2.2}$. Следовательно событие $P_{2.2}$ является результирующим от событий третьего уровня, т.е. $P_{2.2} = (1-(1-P_{3.1})(1-P_{3.2}))$.

Тогда исходное уравнение (А) будет иметь вид

$$R_{\text{ож}} = P_{2.1} * P_{2.2} * ((1-(1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4})) \quad (\text{Б})$$

Фрагмент $\dots((1-(1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4}))\dots$ получившегося уравнения указывает на то, что события $P_{2.3}$ и $P_{2.4}$ связаны с выше стоящим первым уровнем логическим оператором «ИЛИ», так как его вид соответствует формуле (2). Графически это представлено на рис.3

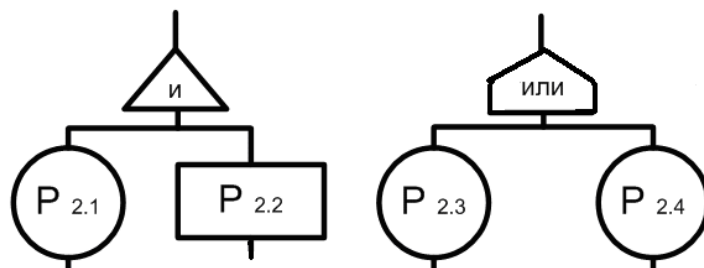


Рис. 4

Рис.3

Таким образом события второго уровня образуют 2 события первого уровня $P_{1.1}$ и $P_{1.2}$. Уравнение (Б) будет иметь вид

$$R_{\text{ож}} = P_{1.1} * P_{1.2} \quad (\text{В})$$

Где: $P_{1.1} = P_{2.1} * P_{2.2}$

$P_{1.2} = (1 - (1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4}))$

Графически это представлено на рис. 5

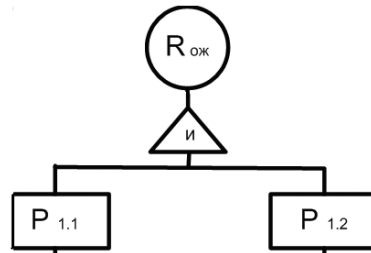


Рис. 5

Окончательно, искомое дерево отказов будет выглядеть следующим образом:

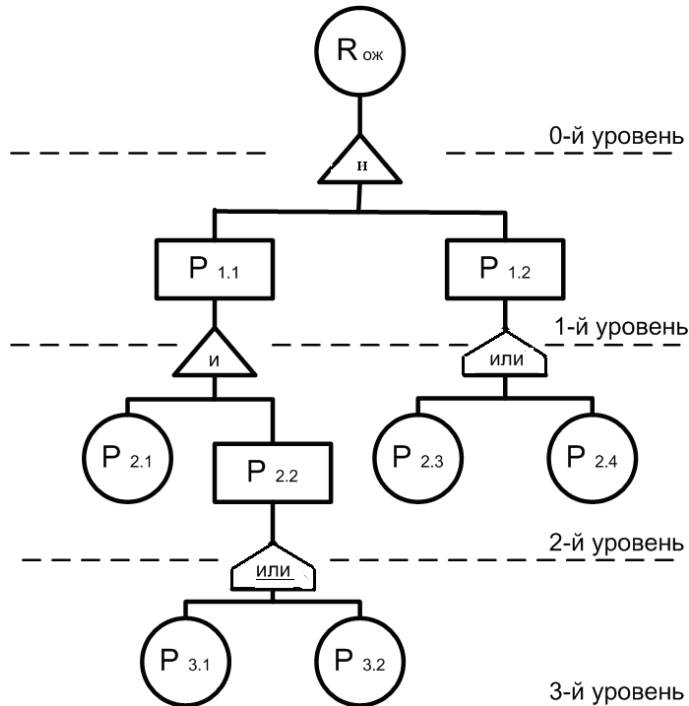


Рис. 6 Окончательный вид дерева отказов.

Вероятность возникновения аварии составляет:

$R_{ож} = (P_{2.1} * (1 - (1 - P_{3.1})(1 - P_{3.2})) * (1 - (1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4}))) = (0,0015 * (1 - (1 - 0,035) * (1 - 0,046)) * (1 - (1 - 0,04) * (1 - 0,08))) = 1,53 * 10^{-3}$ – риск аварии больше, чем 10^{-4} (допустимое значение риска аварии в технических системах, принятый в настоящее время). Следовательно, необходимо принимать дополнительные меры, обеспечивающие снижение риска.

Уравнения других возможных сценариев возникновения аварийной ситуации:

$$R_{ож} = P_{2.1} * P_{3.1} * (1 - (1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4})) = 0,0015 * 0,035 * (1 - (1 - 0,04) * (1 - 0,08)) = 6,1 * 10^{-6};$$

$$R_{ож} = P_{2.1} * P_{3.2} * (1 - (1 - P_{2.3})(1 - P_{2.4})) = 0,0015 * 0,046 * (1 - (1 - 0,04) * (1 - 0,08)) = 8,1 * 10^{-6};$$

$$R_{ож} = P_{2.1} * (1 - (1 - P_{3.1})(1 - P_{3.2})) * P_{2.4} = 0,0015 * (1 - (1 - 0,035) * (1 - 0,046)) * 0,08 = 9,53 * 10^{-6}$$

$$R_{ож} = P_{2.1} * (1 - (1 - P_{3.1})(1 - P_{3.2})) * P_{2.3} = 0,0015 * (1 - (1 - 0,035) * (1 - 0,046)) * 0,04 = 4,76 * 10^{-6}$$

$$R_{ож} = P_{3.1} * P_{2.1} * P_{2.3} = 0,035 * 0,0015 * 0,04 = 2,1 * 10^{-6}$$

$$R_{ож} = P_{3.2} * P_{2.1} * P_{2.3} = 0,046 * 0,0015 * 0,04 = 2,76 * 10^{-6};$$

$$R_{ож} = P_{3.1} * P_{2.1} * P_{2.4} = 0,035 * 0,0015 * 0,08 = 4,2 * 10^{-6};$$

$$R_{ож} = P_{3.2} * P_{2.1} * P_{2.4} = 0,046 * 0,0015 * 0,08 = 5,52 * 10^{-6}.$$

Исходные данные

Даны уравнения ожидаемого риска гипотетической аварии и вероятности возникновения отказов (таблица 2). В соответствии со своим вариантом построить дерево отказов и рассчитать ожидаемый риск возникновения аварии. Сравнить полученное значение риска с допустимым (в настоящее время ($Risk_{доп.} = 10^{-4}$)) и сделать выводы о необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению безопасности. Составить уравнения других возможных сценариев возникновения аварии.

Таблица 2 - Варианты заданий.

№	Уравнение ожидаемого риска	$P_{1.1}$	$P_{1.2}$	$P_{1.3}$	$P_{2.1}$	$P_{2.2}$	$P_{2.3}$	$P_{2.4}$	$P_{3.1}$	$P_{3.2}$	$P_{3.3}$	$P_{3.4}$
1	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2}) * (1 - P_{2.2})) * P_{1.1} * P_{1.3}$	0,05	-	0,04	-	0,02	-	-	0,15	0,35	-	-
2	$R_{ож} = P_{1.1} * P_{2.2} * (1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2})) * P_{1.3}$	0,09	-	0,02	-	0,08	-	-	0,20	0,60	-	-
3	$R_{ож} = P_{1.2} * (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2})) * P_{1.3}$	-	0,04	0,02	0,04	-	-	-	0,25	0,42	-	-
4	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2}) * (1 - P_{2.2})) * P_{1.1} * P_{1.3}$	0,08	-	0,01	-	0,06	-	-	0,30	0,18	-	-
5	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2} * P_{3.3}) * (1 - P_{2.2})) * P_{1.1} * P_{1.3}$	0,013	-	0,09	-	0,09	-	-	0,10	0,40	0,30	-
6	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{2.2})) * (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2}) * (1 - P_{2.4})) * P_{1.3}$	-	-	0,08	0,01	0,012	-	0,01	0,70	0,10	-	-
7	$R_{ож} = P_{1.2} * P_{2.1} * P_{2.2} * (1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2}))$	-	0,06	-	0,03	0,05	-	-	0,80	0,40	-	-
8	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{3.3} * P_{3.4}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2})) * P_{1.2} * P_{1.3}$	-	0,01	0,015	-	-	-	-	0,40	0,50	0,90	0,80
9	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2}) * (1 - P_{2.2}) * (1 - P_{2.3})) * P_{1.2} * P_{1.3}$	-	0,01	0,07	-	0,01	0,04	-	0,30	0,50	-	-
10	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2})) * P_{1.2} * P_{1.3}$	-	0,01	0,05	0,07	-	-	-	0,60	0,20	-	-
11	$R_{ож} = P_{1.1} * (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2} * P_{3.3}) * (1 - P_{2.2}) * (1 - P_{2.3})) * P_{1.3}$	0,07	-	0,02	-	0,04	0,01	-	0,40	0,50	0,20	-
12	$R_{ож} = P_{1.1} * P_{1.3} * P_{2.2} * (1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2}))$	0,05	-	0,09	-	0,04	-	-	0,60	0,20	-	-
13	$R_{ож} = \{[1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2})] * P_{2.1}\} * P_{1.2}$	-	0,01	-	0,01	-	-	-	0,80	0,60	-	-
14	$R_{ож} = P_{1.1} * (1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2})) * (1 - (1 - P_{3.3}) * (1 - P_{3.4})) * P_{1.3}$	0,01	-	0,07	-	-	-	-	0,10	0,20	0,30	0,40
15	$R_{ож} = P_{1.1} * (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2} * P_{3.3}) * (1 - P_{2.2})) * P_{1.3}$	0,09	-	0,012	-	0,09	-	-	0,30	0,40	0,10	-
16	$R_{ож} = (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{2.2}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2})) * (1 -$	0,05	-	-	0,07	0,06	-	0,02	0,4	0,7	-	-

	$P_{2.4})) * P_{1.1}$											
17	$R_{ож} = P_{1.2} * (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2})) * P_{1.3}$	-	0,025	0,035	0,03	-	-	-	0,3	0,4	-	-
18	$R_{ож} = P_{1.1} * \{ [(1 - (1 - P_{3.1}) * (1 - P_{3.2})) * P_{2.2} * [(1 - (1 - P_{3.3}) * (1 - P_{3.4}))]] \}$	0,02	-	-	-	0,01	-	-	0,20	0,80	0,40	0,5
19	$R_{ож} = P_{1.2} * (1 - (1 - P_{3.1} * P_{3.2}) * (1 - P_{2.2}) * (1 - P_{2.3})) * P_{1.3}$	-	0,04	0,01	-	0,08	0,05	-	0,5	0,4	-	-
20	$R_{ож} = P_{1.2} * P_{1.3} * (1 - (1 - P_{2.1}) * (1 - P_{3.1} * P_{3.2}))$	-	0,02	0,04	0,04	-	-	-	0,42	0,25	-	-

Практическое занятие № 6

Идентификация и квантификация опасностей в различных сферах жизнедеятельности и профилактические мероприятия по их предупреждению и защите

Цель: Идентификация опасностей в зависимости от факторов среды обитания, выбор мероприятий по предупреждению и защите от опасностей.

Теоретические сведения

Условия опасности (или безопасности) распространяются на разнообразные виды деятельности человека и в различных сферах. При этом наиболее значимыми сферами жизнедеятельности являются: бытовая (по месту проживания) и производственная.

Деятельность по месту проживания включает в себя условия безопасности в быту, на транспорте, на отдыхе, при развлечениях, в спорте и т.д. и протекает в доме, поселке, городе, микрорайоне и т.п.

Безопасность трудовых и производственных процессов определяется опасными (травмоопасными) и вредными (вызывающими заболевание) факторами, воздействующими на персонал при выполнении производственных операций в условиях конкретного технологического процесса, включающего вид оборудования, используемые инструменты и материалы, виды энергоносителей и т.д.

Важнейшим условием и требованием безопасности в настоящее время является условие «сохранение устойчивости развития окружающей природной среды», которая зависит от деятельности конкретного вида производства (экологическая безопасность производств).

Задание 6.1

Задача студента, исходя из личного опыта, определить объект исследования: район по месту проживания (опасную зону); вид производства (технологический процесс, операции, оборудование и т.п.).

Порядок выполнения

Раздел 1. «Человек и окружающая среда» (по месту постоянного проживания или в рабочей зоне)

1.1. Установить реально существующие и характерные для данной

местности виды опасностей. Данные занести в таблицу 6.1:

Таблица 6.1

Природные	Биологические	Социальные	Антропогенные	Экологические

1.2. Выделить значимые по частоте и уровню опасности, дать их характеристику.

1.3. Предложить меры предупреждения и защиты.

2 Раздел. «Техногенные опасности» (человек на производстве)

2.1. Рассмотреть технологический процесс в реальных условиях производства (по вариантам).

Для отдельных операций определить используемое оборудование, инструменты, материалы, вид энергии и т.п.

Установить возможные виды опасностей в данных условиях работы. Данные занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

№ п/п	Технология				Виды ОВПФ	
	Вид работ (операции)	Оборудование, инструменты	Вид энергоносителя	Объект работ, материал	Опасные факторы	Вредные факторы

2.2. Для значимых видов опасностей (2-3) при данных условиях работы дать краткую их характеристику и сравнить с нормативными допусками в рабочей зоне.

Значимые опасности -

Характеристики опасности -

Нормативные допуски -

2.3. Предложить мероприятия, меры защиты и предупреждения.

Раздел 3. «Загрязнение окружающей природной среды и опасности для населения»

1.1. Определить твердые, жидкие, газо- и пылеобразные выбросы, энергетические выбросы, сбросы данного производства в окружающую среду на примере данного участка работы или всего производства. Данные занести в таблицу 6.3.

Таблица 6.3

Источники	Вид выброса/сброса			
	В атмосферу	В воду	В почву	Энергетические выбросы

3.2. По всем видам выбросов/сбросов рекомендовать меры защиты и предупреждения.

Раздел 4. «Человек в экстремальной ситуации (ЭС)»

4.1. Указать возможные виды ЭС природного и техногенного характера.

4.2. Дать признаки ЭС.

4.3. Перечислить оперативные действия персонала.

Список рекомендуемых к рассмотрению ЭС

1. Аварии на автомагистралях или железных дорогах.
2. Обрыв ЛЭП, обледенение ЛЭП.
3. Аварии в зонах жилой и промышленной застройки.
4. Подвижка грунтов.
5. Наводнение, подтопление.
6. Разрыв газо- и нефтепроводов.
7. Взрывы на местах боев Великой Отечественной войны.
8. Загрязнение и (или) заражение территории.
9. Эпидемия в регионе (массовая гибель животных, птиц).
10. Аварии компрессорного оборудования, паровых и тепловых котлов, газовых баллонов.
11. Пожары на промпредприятии или в лесных массивах.
12. Социально опасные группировки в рабочей зоне.
13. Аварии на складах ГСМ и сжиженных газов.
14. Аварии при работе в зонах воинских частей.
15. Террористически акты.
16. Экологические аварии.
17. Опасное совмещение работ и др

*При выполнении задания рекомендуется использовать рисунок 6.1 «Классификация опасностей по источникам»

Классификация опасностей (по источникам)

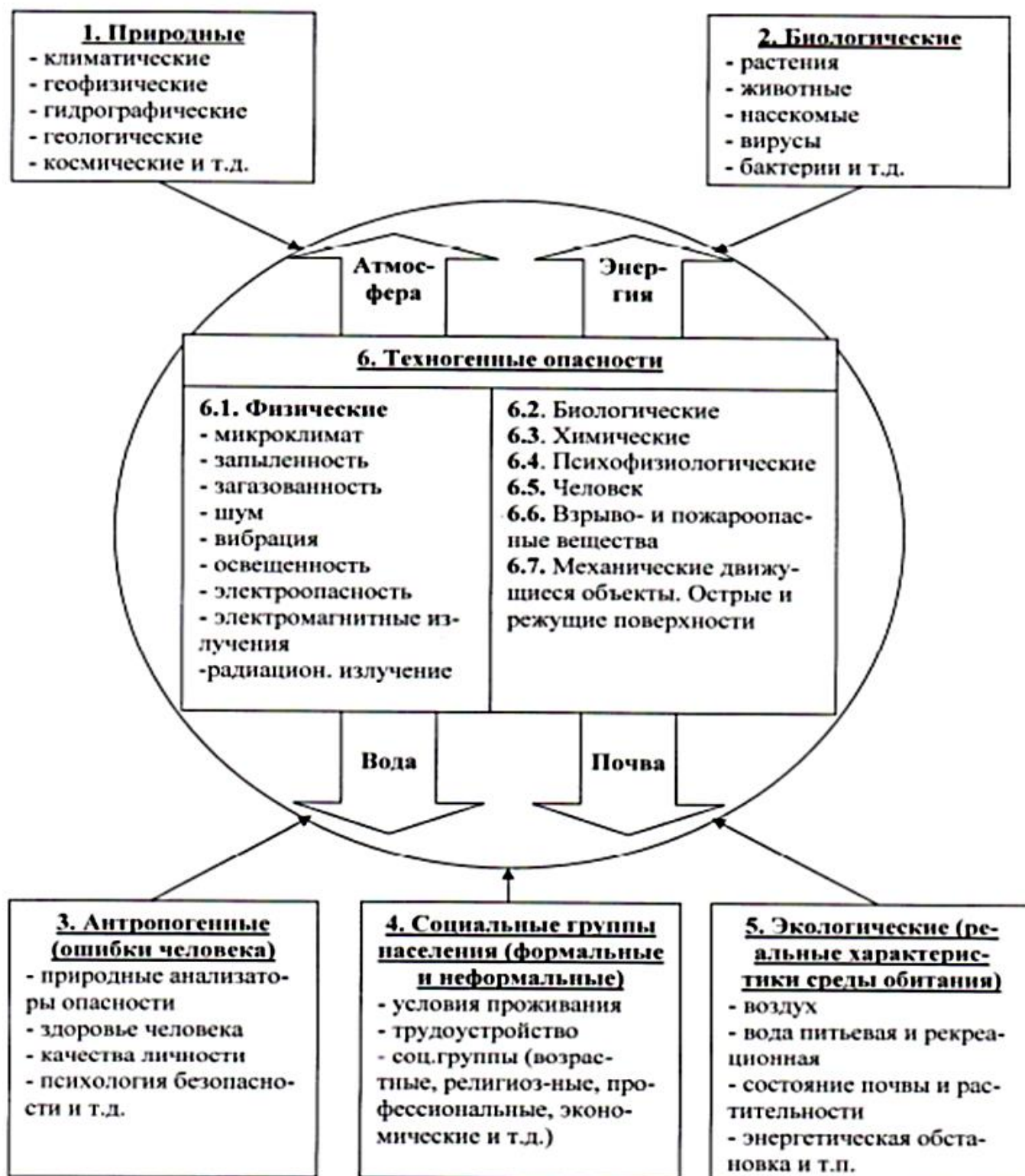


Рис. 6. 1 Классификация опасностей по источникам

Рекомендуемая литература

1. Белов С.В., Симакова Е.Н. Ноксология / С.В.Белов, Е.Н Симакова.- М.: Изд. Юрайт, 2013
2. Михайлов Л.А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них: учеб. для студ. вузов/Л.А. Михайлов, П.П. Соломин; под ред. Л.А. Михайлова. СПб.: Питер, 2009
3. Михайлов Л.А. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов/Л.А. Михайлов и др. - СПб: Питер, 2009
4. Акимов, В.А. Катастрофы и безопасность/ В. А. Акимов — М.: Деловой экспресс, 2006. — 392 с.
5. Акимов В. А. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
6. Калыгин В.Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях/ В.Г. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедеян; Под. ред В.Г. Калыгина - М.: Химия, КолосС, 2006
7. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учебное пособие/ П.Г. Белов – М.: Академия, 2003. – 512 с
8. Миркин Б. М. Курс лекций по устойчивому развитию/ Б.М. Миркин – М.: Академия, 2005. – 248 с.
9. Рубин, С. Г. Устройство нашей Вселенной / С.Г.Рубин. - 2-е изд., испр. и доп. - Фрязино : Век 2, 2008. - 315
10. Русак О. Н. Основы учения о безопасности человека // Приложение к журналу БЖД №8, 2009. – 22 с.
11. Семиков В. Л. Ноосферный подход к проблемам безопасности – Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>). Выпуск № 5 (33) – октябрь 2010 г. – 9 с.
12. Стратегические риски России: оценка и прогноз / МЧС России; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. – М.: Деловой экспресс, 2005. – 392 с.: ил.
13. Харисов Г. Х. Экономический эквивалент человеческой жизни // Монография. – М.: АГПС МЧС России, 2006