

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

В. И. Татаренко, О. В. Усикова

НОКСОЛОГИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия
для обучающихся по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2024

УДК 502.22
Т232

Рецензенты: кандидат медицинских наук, доцент, СГУГиТ
Д. В. Васендин

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности труда НГТУ
С. М. Коробейников

Татаренко, В. И.

Т232 Ноксология : учебно-методическое пособие / В. И. Татаренко, О. В. Усикова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. – 100 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907711-77-8

Учебно-методическое пособие подготовлено доктором экономических наук, профессором В. И. Татаренко и кандидатом экономических наук, доцентом О. В. Усиковой на кафедре техносферной безопасности СГУГиТ.

В учебно-методическом пособии рассмотрены теоретические и практические аспекты воздействия различного рода опасностей на жизнедеятельность человека в бытовых и производственных условиях, приведены особенности идентификации опасностей производственной среды, даны практические указания и рекомендации по их выполнению.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию кафедрой техносферной безопасности, Ученым советом Института кадастра и природопользования СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 502.22

ISBN 978-5-907711-77-8

© СГУГиТ, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Опасности окружающей среды.....	6
1.1. Взаимосвязь человека и окружающей среды.....	6
1.2. Понятие о системах «человек – среда обитания» и «природа – техносфера»	16
1.3. Повседневные естественные опасности.....	17
1.4. Опасности стихийных явлений.....	19
1.5. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности.....	35
1.6. Техногенные опасности	44
1.7. Влияние на человека опасных и вредных факторов производственной среды	45
2. Идентификация опасностей производственной среды	54
2.1. Производственные факторы химической природы и их опасности для организма человека	54
2.1.1. Содержание кислорода в воздухе рабочей зоны.....	54
2.1.2. Влияние азота и его соединений на организм работника	58
2.1.3. Химические яды (едкие вещества).....	61
2.2. Избыточное давление горючих или взрывопожароопасных газов.....	64
2.3. Опасности пожара, взрыва	69
2.4. Опасности при работе на высоте	77
2.5. Опасности, создаваемые движущимися по территории машинами и механизмами, кранами.....	80
2.6. Опасности, связанные с падающими, отлетающими, выбрасываемыми из оборудования предметами, частицами	82
2.7. Опасности при обслуживании движущихся, вращающихся частей механизмов	85
2.8. Опасности, создаваемые острыми кромками, заусенцами, шероховатостями на поверхностях инструментов, предметов, заготовок....	89

2.9. Опасности, создаваемые статическим электричеством	92
Заключение	97
Библиографический список.....	98

ВВЕДЕНИЕ

В двадцатом столетии человечество столкнулось с проблемами обеспечения защиты своего будущего и сохранения окружающей среды на фоне интенсивного развития технологической сферы. Это потребовало разработки методов идентификации, оценки и предсказания угроз, которые воздействуют на людей и природу в рамках их взаимодействия с техносферой. Возникла очевидная потребность ведения трудоохранной работы, опирающейся на научные принципы, предполагающей формулирование теоретических базисов для возникновения нового сектора знаний – ноксологии.

Учебно-методическое пособие предлагает анализ угроз, обусловленных избытком потоков вещества, энергии и информации, а также выявление современных предпосылок таких угроз. Оно имеет характерную отличительную особенность: пособие вобрало в себя опасности, которые содержит в себе производственная среда; в частности, многие из рассматриваемых опасностей приводятся в Примерном положении о системе управления охраной труда и идентифицируются при оценке профессионального риска. В условиях современной подготовки обучающихся как никогда важно закладывать основы идентификации производственных опасностей ввиду того, что им предстоит непосредственно заниматься данным процессом при выполнении трудовых функций по получаемой специальности. Следовательно, пособие позволяет раскрыть заложенные в дисциплине «Ноксология» универсальную и общепрофессиональную компетенции.

1. ОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. Взаимосвязь человека и окружающей среды

Издавна, начиная от зарождения Земли и до наших дней, на планете идут глобальные трансформации. Появление человека с его разумом открыло новую страницу в развитии органической жизни. Выступая как мощная геологическая сила благодаря универсальному взаимодействию с природой, человек занимает центральное место в изменении планеты. Его деятельность влияет не только на траекторию биосферной эволюции, но и на собственное биологическое развитие. Человеческий уклад жизни основывается на взаимодействии социальных и естественных элементов. Если в начале человеческой эры природные условия играли ключевую роль, то в современности их эффект смягчен социумом. В нынешних природных и производственных ситуациях человек зачастую подвергается воздействию стихийных и интенсивных техногенных условий, к которым эволюционно не готов.

Как и другие живые существа, человек обладает способностью к адаптации, то есть к привыканию к условиям среды. Этот процесс является совокупностью биологических и социальных качеств, необходимых для устойчивого существования в определенной экологической среде. Человеческая жизнь – это непрерывный процесс адаптации, хотя этот потенциал ограничен пределами его выносливости (толерантности), также как и способность восстанавливать силы. На данный момент растет число заболеваний, связанных с экологическим ухудшением среды обитания: загрязнением воздуха, воды, почвы, качеством продуктов питания, шумовым и энергетическим уровнем загрязнения. Адаптируясь к вредной экосреде, человеческий организм испытывает стресс, истощение. Стресс – это активизация всех защитных механизмов для определенной деятельности. Исходя из нагрузки, физической подготовки и ресурсов, возможности организма поддерживать функционирование на требуемом уровне уменьшаются, что приводит к утомлению [2].

После утомления в здоровом состоянии происходит реорганизация функциональных резервов организма и после отдыха силы восстанавливаются. Люди способны выдерживать экстремальные условия долгое время, в то время как не привыкшие к таким обстоятельствам испытывают затруднения в приспособлении к жизни в новой среде, в отличие от ее постоянных обитателей.

У различных людей разная способность к адаптации в новых условиях. Например, при долгих авиаперелетах или на сменной работе иногда возникают отрицательные эффекты, такие как бессонница или снижение активности, тогда как другие адаптируются быстро. Среди населения выделяются два конечных типа адаптации: «спринтеры» с высокой резистентностью к кратковременным экстремальным воздействиям и низкой выносливостью к длительным, и «стайеры», выдерживающие обратное. Интересно, что в холодных регионах чаще встречаются «стайеры», что предположительно является результатом долговременного адаптационного процесса.

Сегодняшняя медицинская статистика показывает, что значительное количество заболеваний у человека связано с экологической ситуацией, включая загрязнение атмосферы, водоемов, почвенного покрова, употребление продуктов плохого качества и повышенного уровня шума.

Адаптация к экологически агрессивной среде влечет за собой увеличение напряжения и усталости в организме. Стрессовая реакция является механизмом мобилизации защитных сил организма, позволяющим ему адекватно реагировать на вызовы окружающей среды. Однако при длительном воздействии негативных факторов и высоких нагрузках снижается уровень функционального состояния организма, что приводит к его истощению.

После периодов высоких нагрузок в организме происходит реаллокация резервов, и после адекватного отдыха возвращается к нормальному состоянию. Примечательно, что люди обладают резистентностью к жестким условиям окружающей среды, что позволяет им выживать в них на протяжении значительных временных периодов. Тем не менее индивидуумы, не адаптированные к конкретным условиям и сталкивающиеся с ними впервые, испытывают сложности в адаптации по сравнению с их постоянными обитателями.

Способность к адаптации является индивидуальной характеристикой и значительно варьируется у разных людей. Например, после длительных авиаперелетов или сменной работы у некоторых могут возникать симптомы, такие как нарушения сна и снижение рабочей активности, в то время как другие лица способны адаптироваться с минимальными потерями работоспособности.

В области изучения человеческой адаптации установлено существование двух крайних типов реагирования на экологические стимулы. К первому типу относятся так называемые «спринтеры», которые обладают значительной стойкостью к коротким, но экстремальным воздействиям среды. Они способны эффективно функционировать в условиях высокой интенсивности стимула, однако показывают слабую устойчивость к продолжительным нагрузкам. Противоположным является тип «стайеры» – люди, характеризующиеся высокой выносливостью при длительных и монотонных воздействиях, но испытывающие трудности при резких флуктуациях условий.

Отмечается, что в северных географических регионах преобладание типа «стайер» среди населения может быть результатом продолжительных природных отборов, направленных на выживаемость в условиях сурового климата. Это указывает на возможную генетическую предрасположенность к определенным моделям адаптации, сформированным в результате адаптивных изменений популяции на протяжении многих поколений.

Исследование адаптивных механизмов и стратегий человека представляет значительный интерес, поскольку позволяет выработать оптимальные подходы в области профилактики и коррекции влияния неблагоприятных экологических факторов. Разработка методик для определения адаптивных типов позволит на индивидуальном уровне предлагать эффективные стратегии обучения, реабилитации и повышения общей устойчивости организма к экстремальным условиям жизнедеятельности.

Человеческий организм неизменно находится в процессе обмена с окружающей его средой. В городских условиях жизнедеятельность человека включает в себя множество аспектов, таких как работа, пребывание в урбанизированном пространстве, пользование транспортными средствами, выполнение бытовых функций, а также активные и пассивные

формы отдыха. Энергетическая составляющая всех видов жизненной деятельности поддерживается за счет энергии, высвобождаемой в процессе метаболизма, исходящей из потребляемых пищевых продуктов.

Метаболизм, или обмен веществ, – это совокупность химических реакций в организме, обеспечивающих поддержку его функционирования посредством доставки необходимых веществ и выработки энергии. С целью оценки энергозатрат рассматриваются такие понятия, как базальный обмен и обмен в процессе разнообразных действий.

Базальный, или основной, обмен определяет потребление энергии организмом в состоянии функционального покоя, близком к идеальным условиям теплового комфорта и отдаленности от времени последней ингестии (принятия пищи) минимум на 12–16 часов. Эта затрачиваемая энергия направлена исключительно на поддержание жизненно важных функций организма. Ежечасный ее расход оценивается в 4,2 кДж на килограмм массы тела. Для индивида массой в 70 кг общий объем энергии, требуемый для базального метаболизма, составит приблизительно 294 кДж/ч, что эквивалентно уровню мощности в 81,7 Вт. Любые изменения этих параметров приводят к расхождению в потребности организма в энергии и, следовательно, к модификации интенсивности базального метаболизма. Например, после еды базовый обмен может повыситься на 10–30 %, а при повышении температуры тела на каждый градус Цельсия уровень метаболической активности возрастет на 5 %. Базальный обмен также подвержен воздействию эмоционального состояния, пола и возраста человека.

Физическая активность, в частности напряжение мышц туловища, приводит к увеличению энергозатрат. Так, при напряжении потребность в энергии превосходит уровень базального обмена на 5–10 %. Подъем значения данного показателя в положении стоя колеблется в пределах 10–25 %, тогда как в неудобной позе зафиксированный рост может достигать 40–50 % [2].

Энергетические издержки мышечной деятельности коррелируют с факторами ее интенсивности и протяженности по времени. Наглядный пример – энергозатраты при ходьбе, которые прямо пропорциональны скорости движения. Исследования показывают, что при скорости передвижения в 3 км/ч энергетические затраты составляют приблизительно 175 Вт,

при увеличении темпа до 4 км/ч – около 245 Вт и при дальнейшем повышении до 5 км/ч – порядка 315 Вт.

Для анализа энергозатрат в реальных условиях работы применяют физиологические исследования разной интенсивности. Таким образом, можно установить расход энергии в ваттах при выполнении конкретных видов деятельности. Это позволяет не только понять уровень нагрузки на организм во время различных физических упражнений, но и спланировать рациональные режимы труда и отдыха, оптимизировать дневные энергозатраты с учетом возраста, пола, физического состояния и индивидуальных особенностей организма.

Понимание взаимосвязи между скоростью выполнения деятельности и потреблением энергии представляет ценность для оценки и коррекции нагрузок в профессиональной сфере, спорте и повседневной жизни, а также для профилактики переутомления и разработки программ реабилитации после перенесенных травм и заболеваний. Оптимизация физической активности, основанная на данных об энергозатратах, может вести к повышению производительности и улучшению здоровья населения. Расход энергии (Вт) при различных видах деятельности (при мышечной работе разной интенсивности):

- сон – от 67,5 до 71,1;
- легкая сидячая работа – от 116,4 до 125;
- легкая физическая работа – от 408 до 583,3;
- тяжелая физическая работа – от 583,3 до 875.

Энергетическая потребность мозга человека в период интенсивной умственной деятельности занимает значительную долю от общего уровня базального метаболизма, достигая 15–20 %. Интересно, что итоговые энергозатраты при интеллектуальной работе не являются статичными и могут колебаться в зависимости от уровня нервно-эмоционального напряжения, характерного для выполнения той или иной задачи [8].

Метаболические процессы в мозге усиливаются во время чтения вслух в состоянии сидя, при этом энергозатраты возрастают приблизительно на 48 %. Если человек выступает с публичной лекцией, его мозг требует на 94 % больше энергии, чем обычно в состоянии покоя. Операторы компьютеров и другие специалисты, работающие с вычислительной техникой,

также сталкиваются с повышенными нагрузками во время умственной деятельности, требующей активации различных когнитивных процессов, что может увеличивать расход энергии на 60–100 % от базового уровня.

Суточные затраты энергии человека (МДж) тесно связаны с его профессиональной и бытовой деятельностью, принимая во внимание степень активности и продолжительности выполняемых задач:

- работники умственного труда (врачи, педагоги, диспетчеры и др.) – 10,5–11,7;
- работники механизированного труда и сферы обслуживания (медсестры, продавцы, рабочие, обслуживающие автоматы) – 11,3–12,5;
- работники, выполняющие работу средней тяжести (станочники, шоферы, хирурги, полиграфисты, литейщики, сельскохозяйственные рабочие и др.) – 12,5–15,5;
- работники, выполняющие тяжелую работу (лесорубы, грузчики, горнорабочие, металлурги) – 16,3–18.

Теплообразование и температура тела человека

Нормальная жизненная активность человека зависит от ряда метеорологических условий: атмосферного давления (Р), температуры окружающего воздуха (Т), относительной влажности (Ф) и скорости воздушных потоков (W). Именно они оказывают значительное влияние на процесс теплообмена между телом человека и средой, который представляет собой передачу тепловой энергии, образующейся в организме.

Поддержание постоянной внутренней температуры тела около +37 °С, что соответствует температуре «ядра» или внутренних органов, является важным фактором для адекватного протекания обменных реакций. Указанная температура достаточно стабильна и подвержена лишь незначительным колебаниям, которые наблюдаются в дневное время (максимальная температура около 37,0...37,1 °С в интервале 16–18 часов) и в ночные часы (минимальная температура около 36,0...36,2 °С в 3–4 часа ночи). У пожилых людей часто отмечается понижение температуры тела до значений 35,0...36 °С. Жизнедеятельность человека возможна в физиологическом интервале температур от +25 до +43 °С [2].

Большая часть (65–70 %) энергии, высвобождающейся при окислительно-восстановительных реакциях распада пищи, преобразуется

в тепловую, основное количество которой генерируется в мышцах. Во время интенсивных физических нагрузок процент выделяемой теплоты может возрасти до 90 % от общей теплопродукции организма. Примечательно, что теплопродукция зависима как от усилий мышц, так и от температуры внешней среды.

Понижение температуры тканей в «оболочке» тела, подверженной воздействию внешней среды, вызвано потерей теплоты. «Оболочка» – это приблизительно 2,5 см поверхностного слоя тела, где температура кожи несколько ниже, чем температура «ядра». Температура кожи варьируется: например, на лбу отмечается 32,5...34 °С, на груди – 31...33,5 °С, кисти рук имеют температуру около 28,5 °С, а пальцы стопы – около 24,4 °С. В подмышечных впадинах, где температура кожи достигает 36,5...36,9 °С, наиболее тепло, и часто эту величину используют как показатель теплового состояния тела.

Теплота, вырабатываемая в состоянии покоя, достаточна для повышения температуры тела в среднем на 1,2 °С в час, а при средней тяжести работе – почти на 3 °С. Однако отвод теплоты во внешнюю среду мешает перегреву; таким образом, происходит постоянный тепловой баланс, обеспечивающий стабилизацию корпоральной температуры.

Теплообмен тела с окружающей средой осуществляется через кожные покровы, а также в процессе дыхания за счет нагрева вдыхаемого в легкие воздуха и испарения воды с их поверхности. При этом организм использует все существующие в природе механизмы теплообмена: радиационный (лучистый), конвективный и транспирационный (посредством испарения влаги). Поэтому количество отводимой в окружающую среду теплоты можно представить в виде суммы количества теплоты, отводимой за счет конвекции, радиации (излучения), испарения пота и дыхания соответственно (Вт).

В свою очередь конвективный теплообмен определяется законом Ньютона, а радиационный теплообмен описывается обобщенным законом Стефана – Больцмана.

Количество теплоты, отдаваемое телом человека в окружающую среду при испарении пота, определяется уравнением массой испарившегося пота

(г/с), умноженной на скрытую теплоту испарения пота (Дж/г) (для воды $\gamma = 2450$ Дж/г).

Данные о потовыделении в зависимости от температуры воздуха и физической нагрузки человека приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Количество влаги, выделяемое с поверхности кожи и из легких человека,
г/мин

Характеристика выполняемой работы (по Н. К. Витте)	Температура воздуха, °С				
	16	18	28	35	45
Покой, J = 100 Вт	0,6	0,74	1,69	3,25	6,2
Легкая, J = 200 Вт	1,8	2,4	3,0	5,2	8,8
Средней тяжести, J = 350 Вт	2,6	3,0	5,0	7,0	11,3
Тяжелая, J = 490 Вт	4,9	6,7	8,9	11,4	18,6
Очень тяжелая, J = 695 Вт	6,4	10,4	11,0	16,0	21,0

Количество теплоты, отдаваемой в окружающий воздух с поверхности тела при испарении пота, зависит не только от температуры воздуха и интенсивности работы, выполняемой человеком, но и от скорости движения окружающего воздуха и его относительной влажности [9].

В процессе жизнедеятельности человеческий организм проводит ряд процессов теплообмена с окружающей средой, включая исследуемые процессы дыхания и испарения пота.

Дыхание представляет собой сложный процесс, в ходе которого воздух из окружающей среды поступает в легкие, где он нагревается до температуры тела (примерно 37 °С) и насыщается водяными парами. В результате выдыхаемый воздух, помимо уровня насыщения влагой, несет и определенное количество тепловой энергии. Легочная вентиляция, то есть объем воздуха, обмениваемого в процессе дыхания, является важным параметром

в расчетах энергообмена, и ее можно выразить через объем одного дыхательного движения.

Частота дыхания у человека варьируется в зависимости от его физического состояния и уровня активности. В покое она колеблется от 12 до 15 вдохов и выдохов в минуту, а при сильной физической нагрузке может возрастать до 20–25. Полный объем легких достигает 4–4,5 литра, но эта емкость не используется полностью и зависит от уровня физической активности.

Испарение пота с поверхности кожи является еще одним важным механизмом теплоотдачи, эффективность которого зависит от относительной влажности воздуха и скорости его перемещения. Только когда влажность менее 100 %, возможно испарение пота, через что организм теряет тепло. С ростом температуры и уменьшением влажности, а также с увеличением скорости воздуха этот процесс активизируется и становится более интенсивным.

Соотношение различных механизмов теплообмена (излучение, испарение, конвекция, дыхание) изменяется в зависимости от внешних условий и уровня физической активности. В покое при комнатной температуре основную роль играют излучение и испарение, при изменении климатических условий доля каждого из механизмов может корректироваться.

Тепловой комфорт достигается, когда теплота, вырабатываемая организмом ($Q_{\text{выр}}$), полностью передается окружающей среде; в этом случае суммарная теплоотдача равна теплопродукции. Это состояние характеризуется балансом между теплом, генерируемым организмом, и теплом, отводимым во внешнюю среду ($Q_{\text{отв}}$), что обеспечивает ощущение комфорта и оптимальные условия для физиологических процессов.

Нарушение этого равенства вызывает изменение теплового ощущения человека. Теплота накапливается в теле человека, его температура повышается, и человеку жарко, если выработка тепла превышает ее отведение. При повышенной теплоотдаче возникает дефицит теплоты в теле человека, его температура падает и человеку холодно.

Параметры микроклимата играют немаловажную роль в поддержании комфортных и безопасных условий жизнедеятельности человека, влияя на тепловое самочувствие и работоспособность. Так, низкие температуры

в сочетании с высокой скоростью движения воздуха приводят к усилению конвективного теплоотвода от поверхности тела и испарения пота, что может способствовать переохлаждению организма.

Обратные явления наблюдаются при повышении температуры окружающего воздуха: активность теплоотведения снижается, что может привести к ухудшению работоспособности и риску перегрева. Выявлено, что при температуре воздуха выше 25 °С производительность труда человека снижается [9].

Для оценки условий труда и проживания стандартами определены максимально допустимые значения температуры, которые зависят от продолжительности воздействия тепла и наличия защитных мер. Особенно значительно на тепловое состояние человека влияет сочетание высокой температуры с высокой влажностью, так как это снижает эффективность одного из основных механизмов теплоотдачи – испарения пота.

При высоких температурах возрастает потребность организма в воде из-за интенсивного потовыделения, что может привести к обезвоживанию. Потеря организмом 6 % жидкости может негативно отразиться на когнитивных функциях и зрении, в то время как потеря 15–20 % ведет к летальному исходу.

С потом теряются не только вода и тепло, но и важные электролиты, микроэлементы и водорастворимые витамины, что при высоких окружающих температурах может оказаться критичным. Особенно опасна потеря хлорида натрия, так как при высоких потерях соли с потом, которые могут составить до 40 г за рабочую смену, возрастают риски серьезных нарушений в организме.

Добавить к этому стоит гипертермию – состояние, при котором за счет существенного превышения баланса между образованием и отдачей тепла температура тела поднимается до уровня 38...39 °С, что может привести к тепловому удару с последующими патологическими изменениями в состоянии организма. Признаками теплового удара могут являться головная боль, головокружение, общая слабость, изменение восприятия цвета, тошнота и рвота, учащение пульса и дыхание, резкие колебания цвета кожных покровов, судороги и потеря сознания.

Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой вдыхание возможно без специальных средств защиты, составляет около 116 °С, но это возможно лишь в течение очень короткого времени [9].

1.2. Понятие о системах «человек – среда обитания» и «природа – техносфера»

В ходе эволюционного развития человечества происходила постепенная урбанизация и рост населения, что сопровождалось изменением социальной структуры общества и его уклада. Этот процесс влек за собой усиление антропогенного давления на окружающую природную среду по мере развития и освоения новых территорий и глубин Земли.

В современной науке для описания отношений между человеком и его средой обитания используется понятие системы «человек – среда обитания». Такая система представляет собой взаимодействие антропогенного и природного компонентов, и в число воздействующих на человека факторов входят физические, химические, биологические, информационные и социальные.

Ноксология – наука о причинах, условиях и механизмах возникновения неблагоприятного воздействия на жизнедеятельность человека – выделяет системы «человек – техносфера» и «природа – техносфера». Первая акцентирует внимание на рисках, связанных с техногенным окружением человека, вторая – на последствиях воздействия техносферы на природу.

Техносфера представляет собой часть окружающей внешней среды, созданную техническим развитием человечества, включая населенные пункты, производственные объекты и бытовую инфраструктуру. Ее распространение и влияние на природные процессы означает трансформацию биосферы – природной окружающей среды, в которую техносфера все больше интегрируется.

Основными источниками негативного воздействия техносферы являются выбросы загрязнителей и разнообразные виды энергетических загрязнений – шум, вибрация, электромагнитная и тепловая эмиссии. Они приводят к формированию неоаномалий – состояний среды обитания с повышенными уровнями факторов риска для здоровья человека и прочих живых

организмов. Их радиус воздействия может варьироваться от 5 до 8 км и даже достигать 40–50 км.

В контексте обеспечения здоровья населения и сохранения экологического баланса устанавливаются нормированные значения, так называемые пороговые либо предельно допустимые лимиты воздействий на человека и природу (гигиенические нормативы). Эти показатели позволяют контролировать и минимизировать риски, связанные с экологическими и техногенными аспектами воздействия на среду обитания.

Существует разделение воздействующих факторов на простые и сложные. Простые факторы включают в себя такие параметры, как температура окружающего воздуха, атмосферное давление, температура поверхностей, объектов, подвергшихся нагреву, излучения разного спектра (например, инфракрасное и ультрафиолетовое), воздействие магнитных полей, электрических токов, акустических волн (звук), а также присутствие и активность микроорганизмов.

Сложные факторы характеризуются сочетанием различных видов воздействий или же представляют из себя сложные природные и техногенные процессы, такие как взрывы, пожары, землетрясения, наводнения и прочие масштабные явления.

При этом воздействие фактора на человека может быть как простым, так и комбинированным (воздействие нескольких факторов). Следовательно, важно учитывать не только интенсивность и продолжительность действия каждого из них в отдельности, но и возможность кумулятивного эффекта – накопления вредного воздействия при длительном взаимодействии, а также риски синергетического действия, когда сочетание нескольких факторов приводит к более серьезным последствиям, нежели их изолированное влияние.

1.3. Повседневные естественные опасности

В качестве ежедневно воздействующих на живые организмы абиотических факторов выделяют климатические элементы, среди которых особенно значимы температура и влажность воздуха, скорость движения воздушных масс, давление атмосферы, газовый состав, атмосферные осадки,

уровень прозрачности атмосферного слоя и интенсивность солнечного излучения. Имеют важное значение и параметры гидросферы, такие как температурный режим водных ресурсов, их химический состав и уровень кислотности, а также характеристики почвы и особенности рельефа местности.

Температурный режим атмосферы и уровень солнечной радиации оказывают глубокое влияние на метаболические процессы в организмах, их жизнедеятельность и распределение по географическим зонам. Согласно метеорологическим данным, экстремально низкая температура была зарегистрирована в Антарктиде и достигала минус 89,2 °С, а рекордные отрицательные показатели для населенных пунктов фиксировались в якутском селе Оймякон, где в 1933 г. температура воздуха опустилась до отметки минус 68 °С. Наоборот, максимальная температура в тени, зарегистрированная на планете, составила плюс 58 °С и была отмечена в Ливии [2].

У человека эволюционно сформировалось несколько защитных систем, предназначенных для нейтрализации воздействия опасных абиотических факторов окружающей среды. В их число входит иммунная система, обеспечивающая отпор патогенным агентам, барьерные ткани (к примеру, кожные покровы) и механизмы поддержания гомеостаза – постоянства внутренней среды организма.

Человек способен адаптироваться к широкому спектру температур атмосферного воздуха, однако температурный диапазон от минус 30 до плюс 40 °С и выше оказывает существенное влияние на его жизнедеятельность. Исследования показывают, что при подъеме температурного режима до отметки 27–28 °С происходит снижение работоспособности человека и возрастает вероятность ошибок. Считается, что нижний предел поддерживаемого в помещениях температурного уровня составляет плюс 18 °С. При этом было выявлено, что при температуре около плюс 13 °С вероятность производственного травматизма увеличивается на 34 % по сравнению с более комфортными условиями при 18 °С.

Солнечное излучение играет решающую роль в жизни планеты, будучи главным источником энергии для всех живых организмов, в том числе для человека. Оно определяет ритм суточных активностей, устанавливая длительность светового дня и, следовательно, влияя на биологические процессы. В современном обществе значительная часть человеческой

активности приходится на время, когда требуется искусственное освещение, из-за чего может возникать дефицит природного дневного света.

Отклонения температуры атмосферного воздуха от нормы, а также недостаточный уровень освещенности рабочих мест и пространств отдыха натуральным солнечным светом могут вызвать различные естественные опасности и угрожать нормальной жизнедеятельности людей. К таким угрозам относятся, например, ухудшение здоровья вследствие отсутствия ультрафиолетового излучения или возникновение гипотермии при сильных холодах.

Следует отметить, что влияние других абиотических факторов может также представлять угрозы, но частота и степень их проявления обычно меньше и они реже становятся критическими для поддержания жизненно важных функций человека. Однако природные катастрофы, такие как цунами, землетрясения или штормы, хотя и случаются нечасто, но имеют массивное разрушительное воздействие и могут привести к серьезным последствиям для больших территорий и населения, проживающего в опасных зонах.

Таким образом, мониторинг и прогнозирование абиотических факторов, а также разработка стратегий предотвращения рисков и минимизации воздействия неблагоприятных условий являются ключевыми аспектами обеспечения безопасности жизнедеятельности человека.

1.4. Опасности стихийных явлений

В рамках анализа влияния стихийных бедствий в контексте урбанизированной техносферы следует подчеркнуть, что к числу наиболее разрушительных для инфраструктуры относят сейсмические события, а также наводнения, мощные ветровые порывы, метельные условия, образование оползней, проявления карста, просадочные процессы и процессы образования провалов, грозовые разряды и другие аналогичные природные феномены.

Особого внимания заслуживают землетрясения из-за их способности вызвать значительный ущерб архитектурным объектам. В связи с этим представляется актуальным классифицировать строения и сооружения

с точки зрения их устойчивости к подземным толчкам. В зависимости от материалов строительства и конструктивных особенностей выделяют следующие основные категории.

Категория «А» охватывает здания, возведенные с использованием необработанных природных камней, а также постройки, выполненные из кирпича без обжига и глиняные конструкции, типичные для сельской застройки.

Категория «Б» включает в себя строения, построенные из обожженного кирпича, объекты, возведенные по крупноблочной методике, а также здания, выполненные из природного обработанного камня.

Категория «В» представлена зданиями и сооружениями панельного типа, каркасными конструкциями, изготовленными из железобетона, и качественно построенными домами из древесины.

Объекты каждой из категорий по-разному реагируют на сейсмические удары, что связано с их конструктивными характеристиками и применяемыми в строительстве материалами. Целесообразность оценки устойчивости строений заключается в возможности прогнозировать величину возможных разрушений и на основе этой оценки разрабатывать и внедрять меры предотвращения и минимизации последствий землетрясений, а также создавать более безопасные условия для проживания и функционирования инфраструктуры на сейсмически активных территориях.

При этом регламентируют пять степеней повреждения зданий и сооружений:

- легкие повреждения: тонкие повреждения в штукатурке и откалывание небольших ее кусков;

- умеренные повреждения: небольшие трещины в стенах, откалывание довольно больших кусков штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины в дымовых трубах и падение частей дымовых труб;

- тяжелые повреждения: глубокие и сквозные трещины в стенах, падение дымовых труб;

- разрушения: обрушения внутренних стен и стен заполнения каркаса, проломы в стенах, обрушение частей зданий, разрушение связей между отдельными частями зданий;

- обвалы: полное разрушение зданий.

В табл. 1.2 приведена краткая характеристика воздействия землетрясений на объекты техносферы. Интенсивность землетрясений оценивается по 12-балльной шкале [4].

Таблица 1.2

Характеристика землетрясений

Балл	Вид землетрясения	Характеристика воздействия землетрясения
1	Незаметное сотрясение почвы	Отмечаются только сейсмическими приборами
2	Очень слабые толчки	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается отдельными людьми, находящимися в покое
3	Слабое	Легкое раскачивание висячих ламп, открытых дверей
4	Умеренное	Распознается по легкому дребезжанию оконных стекол, скрипу дверей и стен
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов – всеми. Общее сотрясение стен здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Появляются трещины в оконных стеклах и штукатурке
6	Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Висящие на стенах предметы падают. Появляются повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа «Б» и во многих зданиях типа «А»; в отдельных зданиях типа «А» – повреждения 2-й степени
7	Очень сильное	Сильно качаются подвешенные предметы, сдвигается мебель. Во многих зданиях типа «В» – повреждения 1-й степени и в отдельных – 2-й степени. Во многих зданиях типа А повреждения 3-й степени и в отдельных – 4-й степени. Трещины в каменных оградах. Образуются оползни берегов рек

Балл	Вид землетрясения	Характеристика воздействия землетрясения
8	Разрушительное	Сильные повреждения зданий. Во многих зданиях типа «В» повреждения 2-й степени и в отдельных 4-й. Во многих зданиях типа «Б» повреждения 3-й и в отдельных – 4-й степени. Во многих зданиях типа «А» повреждения 4-й степени и в отдельных 5-й. Памятники и статуи сдвигаются с места и опрокидываются. Возникают трещины на крутых склонах и сырой почве
9	Опустошительное	Всеобщие повреждения зданий. Во многих зданиях типа «В» – повреждения 3-й, в отдельных – 4-й степени. Во многих зданиях типа «Б» повреждения 4-й, в отдельных – 5-й степени. В большинстве зданий типа «А» повреждения 5-й степени. Памятники и колонны опрокидываются
10	Уничтожающее	Всеобщее разрушение зданий. Появляются трещины в почве, иногда до 1 м шириной. Дороги деформируются. Образуются оползни и обвалы со склонов. Разрушаются трубопроводы, ломаются деревья
11	Катастрофическое	Появляются широкие трещины в поверхностных слоях земли, многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти разрушаются. Железнодорожные рельсы сильно искривляются и выпучиваются
12	Сильно катастрофическое	Изменения в почве достигают огромных размеров. Образуются многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникают водопады, подпруды на озерах, отклоняются течения рек. Все здания и сооружения полностью разрушаются. Растительность и животные гибнут от обвалов

Наводнения представляют собой процессы трансгрессии водных масс, приводящие к временному затоплению территорий, находящихся обычно в сухом состоянии. Это явление возникает при эксцессивном увеличении водного объема в реках, озерах, водохранилищах или морях, что может быть спровоцировано рядом причин, включая интенсивные осадки, таяние снегов, воздействие сильных ветров или антропогенные события, такие как разрушение гидротехнических сооружений.

В зависимости от происхождения наводнения подразделяют на несколько видов.

1. Половодье – периодическое явление, связанное с ежегодным таянием снегов, переполнением русел рек и последующим их выходом из берегов.

2. Паводок – наводнение, вызванное кратковременным и обильным выпадением осадков или сильным таянием глетчеров, приводящее к стремительному повышению уровня воды в реках и водоемах.

3. Затоп – образование препятствий для нормального течения водной массы, наиболее часто из-за скопления льда или плавного мусора в реке, что вызывает ее переполнение и выход из берегов.

4. Зажор – блокировка водотока наносами, отложениями или другими препятствиями, способствующая аналогичным последствиям.

5. Ветровой нагон – аккумуляция воды на одном берегу за счет влияния сильных ветров, наблюдаемая преимущественно в озерах и морских заливах.

6. Прорыв плотины или дамбы – искусственно вызванное событие вследствие нарушения целостности гидротехнических сооружений, которое может привести к резкому избытку воды и затоплению прилегающих районов [4].

Важность изучения и понимания механизмов возникновения и развития наводнений обусловлена возможностью предотвращения или смягчения негативных последствий этого стихийного бедствия. Эффективное управление рисками, связанными с наводнениями, требует комплексного подхода, включающего в себя разработку точных прогнозных моделей, выполнение необходимых инженерных и строительных мероприятий, а также

планирование мероприятий по эвакуации и ликвидации последствий в случаях, когда избежать наводнения не представляется возможным.

В гидрологической практике рассмотрение наводнений осуществляется через призму их частоты возникновения, масштабов затопления и последствий для экономики и жизни населения. Исходя из этого, выделяют четыре категории наводнений.

1. Низкие (малые) наводнения. Это события, оказывающие умеренное воздействие на социально-экономическую сферу и не прерывающие привычного темпа жизни людей. Как правило, такие наводнения происходят на равнинных реках и повторяются с интервалом в 20–25 лет. Их масштабы не превышают локальных границ, и ущерб от них сравнительно невелик.

2. Высокие наводнения. Эта категория описывает явления, при которых наблюдается существенный финансовый урон, а также сбои в хозяйственной деятельности. Высокие наводнения обычно затрагивают большие площади речных долин и низменностей, возникая с периодичностью один раз каждые 20–25 лет.

3. Выдающиеся наводнения. Эти стихийные бедствия способны привести к необходимости масштабной эвакуации людей и ресурсов из подтопленных зон. Кроме того, их возникновение предоставляет задачу организации особых защитных мероприятий для стратегически важных экономических объектов. Выдающиеся наводнения обычно охватывают весь речной бассейн и возникают с частотой примерно раз в 50–100 лет.

4. Катастрофические наводнения. События данной категории наносят исключительно крупные материальные потери и приводят к потере жизней. Такие внезапные проявления природы вызывают полную остановку экономической и производственной деятельности в регионах, находящихся в пределах одной или нескольких речных систем. Периодичность таких наводнений составляет около 100–200 лет.

Точное понимание специфики каждой группы наводнений позволяет разрабатывать и реализовывать целенаправленные меры по предупреждению и снижению ущерба, сопровождающего стихийные процессы. В это направление работ входит построение системы мониторинга, проектирование гидротехнических сооружений для регулирования стока, планирование защитных сооружений и эвакуационных планов, а также разработка

системы оперативного реагирования на возникновение чрезвычайных ситуаций.

Одно из наиболее знаменитых в исторической памяти наводнений было зафиксировано в Месопотамии, примерно в 3000 г. до н. э. Согласно библейским записям, Эвфрат вышел из своих берегов и затопил город Ур, вызвав разрушения, проникновение которых в коллективную память перешло в эпос и религиозные тексты, передаваясь от поколения к поколению.

Процессы изменения уровня воды в водоемах тесно связаны с динамикой водного баланса в природе. Сток воды, его формирование как на поверхности земли, так и в подземных слоях является частью гидрологического цикла, который определяется многими факторами, включая климатические условия, рельеф местности и антропогенные воздействия.

Снежный занос характеризуется как гидрометеорологическое событие в результате выпадения большого количества снега при условии ветра, превышающего скорость 15 м/с, и длительности снегопада более 12 часов. Такие условия приводят к образованию сугробов, которые могут существенно нарушать жизнедеятельность населения и инфраструктуру регионов.

Метели, возникающие в зимний период преимущественно во время прохождения циклонов, подразделяются на пять категорий в зависимости от силы ветра: начиная от слабых и заканчивая суперсильными бурями. Метели представляют собой перемещение снега ветром по земной поверхности и могут быть классифицированы как поземки, низовые и общие, каждая из которых определяется уровнем перераспределения снега и его выпадения из облаков.

Климатические условия некоторых регионов России, таких как Приморский и Хабаровский края, остров Сахалин, Камчатка и Курильские острова, способствуют широкому распространению метелей и снежных заносов. Накопление снега может достигать значительных высот, до 1 м на равнинах и до 5–6 м в горных районах. Это приводит к ухудшению видимости на дорогах, что может составлять 20–50 м, кровельным авариям, разрушениям сооружений, обрыву линий электропередачи и связи, что требует особого внимания в планировании стратегии управления и предотвращения стихийных бедствий на данных территориях.

В табл. 1.3 представлены данные, характеризующие интенсивность метели [4].

Таблица 1.3

Интенсивность метели по снегопереносу

Интенсивность	Скорость ветра, м/с	Максимальный снегоперенос, кг/(м с)
Слабая	6–10	До 0,2
Обычная	10–20	До 0,4
Сильная	20–30	До 1,2
Очень сильная	30–40	До 2,0
Сверхсильная	40–90	Более 2,0

Метель является гидрометеорологическим явлением, при котором снег переносится ветром на значительные расстояния. Существует несколько ее видов, что позволяет более точно оценить ее воздействие на природные и антропогенные объекты.

Верховая метель свойственна переносу снега в верхних слоях атмосферы. Низовая метель перемещает снег в пределах близких к земле слоев, не поднимая его высоко в воздух. Общая метель сочетает в себе оба процесса и может включать как падение нового снега из облаков, так и перемещение уже лежащего на земле.

В ситуациях, когда люди оказываются в открытом пространстве во время сильной метели, они сталкиваются с увеличенными рисками: снижается видимость, возрастает вероятность заблудиться, увеличивается риск переохлаждения и снежных заносов.

Для количественной оценки скорости ветра была создана шкала Бофорта, разработанная адмиралом Френсисом Бофортом в 1806 г. и в последующем уточненная Всемирной метеорологической организацией в 1963 г. В этой шкале скорость ветра коррелирует с наблюдаемыми эффектами на море или на наземные объекты и охватывает 12 уровней (баллов) интенсивности ветра (табл. 1.4) [4].

Шкала для визуальной оценки силы ветра

Балл	Скорость ветра, м/с	Словесная характеристика	Действие ветра
0	0–0,2	Штиль	Полное отсутствие ветра. Дым из труб поднимается вертикально. Море зеркально гладкое
1	0,3–1,5	Тихий	Ветер еще не приводит в движение флюгер, но уже относит дым. На море появляется рябь, но пены на гребнях нет
2	1,6–3,3	Легкий	Ветер ощущается лицом. Шелестят листья. Флюгер приходит в движение. Гребни на волнах не опрокидываются
3	3,4–5,4	Слабый	Непрестанно колеблются листья и тонкие ветви деревьев. Развеваются легкие флаги. Гребни волн, уже хорошо выраженных, опрокидываясь, образуют стекловидную пену. Изредка возникают маленькие белые барашки
4	5,5–7,9	Умеренный	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев. Волны на море удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	8,0–10,7	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев. Волны на море еще не очень крупные, но повсюду видны белые барашки
6	10,8–13,8	Сильный	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телефонные провода. На море образуются крупные волны. Белые пенистые гребни занимают значительные площади
7	13,9–17,1	Крепкий	Качаются стволы деревьев. Идти против ветра трудно. На море волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	17,2–20,7	Очень крепкий	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно. Волны на море умеренно высокие, длинные

Балл	Скорость ветра, м/с	Словесная характеристика	Действие ветра
9	20,8...24,4	Шторм	Ветер срывает черепицу и дымовые колпаки. Волны на море высокие и широкими плотными полосами ложатся по ветру. Гребни волн опрокидываются и рассыпаются в брызги. Ухудшается видимость
10	24,5–28,4	Сильный шторм	Ветер разрушает строения, с корнем вырывает деревья. Волны очень высокие с загибающимися вниз гребнями. Сильный грохот волн подобен ударам. Поверхность моря белая от пены, которую ветер выдувает большими хлопьями
11	28,5–32,6	Жестокий шторм	Волны на море настолько высоки, что суда среднего размера временами скрываются из вида. Края волн повсюду сдуваются в пену. На суше такой ветер наблюдается редко
12	32,7– и более	Ураган	Море все покрыто полосами пены. Воздух наполнен пеной и брызгами. Видимость очень плохая

Ветер как горизонтальное движение атмосферного воздуха имеет критическое значение для безопасности и быта человека. В регионах с высокими скоростями ветра, таких как Камчатка, при скорости ветра 30 м/с и более местные власти могут приостановить работу учебных и воспитательных учреждений для обеспечения безопасности населения.

При проектировании зданий и сооружений существует требование учитывать возможное воздействие сильных ветров. В Российской Федерации максимальное расчетное значение скорости ветра составляет 37,3 м/с, или 134 км/ч, что соответствует 12 баллам по шкале Бофорта. Этот критерий используется при проектировании для обеспечения устойчивости и долговечности конструкций, способных противостоять экстремальным ветровым нагрузкам.

Здания, построенные из блочного бетона с использованием фундаментов из бетонных и железобетонных блоков и плит, проявляют повышенную устойчивость к экстремальным погодным условиям, таким как сильные ветровые нагрузки. Определенное укрепление конструкций достигается за счет заполнения подвалов водой, которая действует как балласт, увеличивая общую массу строения и его устойчивость.

Вторичные последствия наводнений включают в себя комплексное воздействие на экологическую и социальную сферы. Помимо непосредственного физического урона наводнения могут приводить к загрязнению воды и территорий в результате повреждений на промышленных и сельскохозяйственных объектах. Разливы химически активных и токсичных веществ влекут за собой угрозы для здоровья населения и флоры и фауны, повышая вероятность возникновения массовых заболеваний. Изменения в ландшафте, аварийные ситуации на коммуникационных системах и транспорте, а также обвалы и оползни продолжают отрицательно влиять на жизнь после отступления вод.

Циклоны представляют собой замкнутые зоны атмосферного давления с вихревым движением воздуха, что часто приводит к интенсивным осадкам и усилению ветра. Строительные нормы и правила определяют параметры устойчивости зданий к погодным воздействиям, в том числе к ветровому давлению. Нормативное максимальное значение ветрового давления в Российской Федерации установлено в размере 0,85 кПа, что при стандартной плотности воздуха в 1,22 кг/м³ соответствует скорости ветра 37,3 м/с. Однако реальные измерения показывают, что конструкции не всегда способны выдержать столь сильные ветровые нагрузки, особенно если в расчет не принимаются потенциальные удары из-за уносимых предметов. Следование строительным нормам и постоянный контроль за состоянием строительных материалов и конструкций необходимы для обеспечения безопасности и долгосрочной эксплуатации объектов [4].

Оползни представляют собой результат деформации скальных или обломочных массивов, которая заключается в смещении пород по склону под влиянием их собственного веса, наличия добавочных нагрузок и других индуцирующих факторов. Процесс смещения принимает место до того момента, пока не будет достигнуто новое стабильное состояние склона.

Факторы, способствующие возникновению оползней, состоят из природных и антропогенных причин. Природные причины включают эрозию склонов, их избыточное увлажнение, наличие сейсмической активности, повышение гидростатического давления в поровых пространствах пород на склонах. Антропогенные причины заключаются в хозяйственной деятельности человека, приводящей к дестабилизации склонов: вырубке лесов, строительстве дорог и сооружений, карьерной добыче и изменению ландшафта.

Оползневые процессы являются серьезной угрозой, поскольку способны привести к уничтожению инфраструктуры, разрушению зданий и сооружений, прерыванию транспортных путей и коммуникаций, потерям сельскохозяйственных земель, повреждению трубопроводов, систем электроснабжения и могут угрожать безопасности гидротехнических объектов, таких как плотины.

С целью минимизации рисков, связанных с оползнями, проводится комплекс инженерно-геологических исследований для оценки оползневой опасности территории. Основываясь на полученных данных, разрабатываются специальные проекты, включающие в себя широкий спектр работ – от водоотводов и дренажных систем, укрепления склонов до создания подпорных стен и барьеров. Кроме того, реализуется мониторинг оползневых процессов, прогноз их развития, а также планирование и осуществление мероприятий по предотвращению и снижению вероятности возникновения оползней.

Карстовые явления представляют собой комплекс процессов, связанных с растворением и выщелачиванием горных пород, происходящих под воздействием подземных вод. Возникновение пустот и пещер в толще пород, а также вертикальных воронок и колодцев является результатом этих процессов. Наибольшей подверженностью карстообразованию обладают такие растворимые породы, как известняки, доломиты, мел, гипс и некоторые водопроницаемые рыхлые породы, например лесс.

Карстовые процессы оказывают существенное воздействие на модификацию естественного ландшафта, вызывая образование провалов и просадок на поверхности земли. Сопровождающиеся изменениями в рельефе, эти процессы приводят к формированию опасных для строительства и жизнедеятельности

человека неровностей. С образованием воронок и колодцев увеличивается риск для зданий и инфраструктуры, поскольку они могут быть разрушены в результате обрушения грунта [2].

Изучение и прогнозирование карстовых процессов является необходимым условием при планировании застройки территорий. Карст представляет потенциальные ограничения для строительства, так как вероятность возникновения провалов и просадок делает грунт нестабильным, а рельеф – непредсказуемым. Карстовые явления должны учитываться при градостроительном планировании, они требуют разработки специальных инженерных решений для минимизации рисков и повышения безопасности зданий, сооружений и инфраструктур.

Просадки и провалы грунта являются важными геологическими процессами, влияющими на стабильность территорий. Просадки – это небольшие вертикальные перемещения поверхности, вызванные уплотнением грунтовых слоев. Провалы – это крупномасштабные обрушения земной поверхности, которые могут достигать глубины в десятки метров и возникают в основном над образовавшимися пустотами в геологической среде.

Хозяйственная деятельность человека, включая добычу полезных ископаемых и строительство подземных сооружений, в значительной степени способствует увеличению числа просадок и провалов. Сама по себе подземная деятельность ведет к нарушению первоначального баланса напряжений в породах, что может вызвать обрушение искусственных пустот и образование провалов на поверхности.

Такие явления часто наблюдаются в регионах, где ведется интенсивная горнодобывающая промышленность, например, в Свердловской области и Кузбассе. Городская застройка и промышленные объекты, размещенные над подземными выработками или вблизи них, оказываются под угрозой в случае образования просадок или провалов.

Риск возникновения таких явлений может быть минимизирован за счет проведения геологических исследований, которые помогут точно оценить состояние подземных пород и возможность их обрушения. Тщательное планирование добывающих работ, адекватное оставление и укрепление опорных столбов, мониторинг состояния пород и своевременное принятие

мер по восстановлению устойчивости грунта обеспечивают снижение опасности образования просадок и провалов. Разработка картирования рисков и планов действий в случае чрезвычайных ситуаций совместно с непрерывным наблюдением и контролем позволяют обеспечивать наибольшую степень защиты для населения и инфраструктуры в потенциально опасных районах.

Гроза представляет собой сложное и крайне опасное атмосферное явление, характеризующееся возникновением электрических разрядов – молний, формирующихся в облачных массах или между облаком и земной поверхностью. Электрические разряды являются причиной грома и часто сопровождаются ливнями, иногда градом и шквалистыми порывами ветра. Грозы формируются в развитых кучево-дождевых облаках, обладающих достаточной мощностью и вертикальным протяжением.

Грозовая активность заметна почти во всех регионах Земли, однако распределение гроз не является равномерным. Наибольшее количество гроз регистрируется в экваториальных и тропических широтах, особенно в Центральной Африке, а в полярных широтах и над океанами их количество существенно ниже. Время года и суточные ритмы также оказывают сильное влияние на грозовую активность: в умеренных широтах ее пик приходится на летние месяцы, особенно на послеполуденные и вечерние часы.

Грозы отличаются и по своим опасностям. Разряды молний представляют угрозу для зданий и сооружений, могут вызвать пожары и привести к смертельным случаям среди людей и животных. В связи с этим принимаются специальные меры по защите от молний и проводится обучение людей правилам поведения при грозе.

Для анализа и оценки вероятности гроз и опасности, которую они представляют, используются данные многолетних наблюдений метеорологических станций. В частности, в середине 1980-х гг. в Москве было проведено исследование, основанное на данных 11 метеорологических станций, подтвердившее наличие зависимости частоты гроз от времени суток и времени года. Пиковая активность гроз приходится на период грозового сезона, охватывающего

летние месяцы, и наиболее вероятно время их возникновения в дневные часы, при этом минимальная вероятность наблюдается в утренние часы.

Комплексный анализ грозовой активности важен для разработки рекомендаций по проектированию зданий и сооружений с учетом вероятных грозовых разрядов, а также для создания системы предупреждения и снижения рисков, связанных с этим явлением.

Воздействие молний на объекты подразделяется на два основных типа: прямое и вторичное. Прямое поражение молнией происходит при непосредственном ударе разряда в объект, чему сопутствует высвобождение значительного количества энергии, что может привести к термическому разрушению материалов, возгоранию легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), различных горючих материалов, а также к оплавлению элементов конструкции зданий и сооружений.

Вторичные эффекты молний связаны с индуцированием высоких потенциалов на металлических конструкциях, трубопроводах и проводке внутри зданий, которые не подвергались прямому удару. Такие наведенные молнией потенциалы способны вызвать искрообразование между элементами конструкции и оборудованием. В условиях, когда в помещении присутствуют взрывоопасные концентрации паров, газов или легковоспламеняющейся пыли, возникает высокий риск возгорания или взрыва.

Для эффективной защиты зданий и сооружений от прямых и вторичных воздействий молнии применяются комплексные системы молниезащиты, включающие в себя устройства защиты от прямых ударов (молниеприемники, заземляющие устройства) и защиты от перенапряжений (разрядники, предохранители), которые предотвращают проникновение индуцированных вторичных разрядов внутрь защищаемого объекта. Кроме того, особое внимание уделяется надлежащей инженерной подготовке, регулярному техническому осмотру и соблюдению правил эксплуатации электрооборудования в условиях повышенной грозовой активности, чтобы минимизировать риски прямого и вторичного воздействия молний.

Как следует из рассмотренного выше, стихийные природные процессы, такие как землетрясения, ураганы, пожары, а также аномальные погодные условия, часто сопровождаются серьезными воздействиями на

объекты созданной человеком инфраструктуры, приводя к разрушению зданий, коммуникаций и другим негативным последствиям. Симбиоз природных и техногенных факторов порождает уникальные комбинированные риски, которые целесообразно рассматривать как естественно-техногенные опасности.

Анализ статистических данных показывает, что в период с 1998 по 2017 г. наметилась тенденция к росту числа и мощности землетрясений. Прогнозы предполагают увеличение количества разрушительных сейсмических происшествий. Отмечается также, что, хотя общее количество тропических ураганов сократилось, их интенсивность, судя по всему, увеличивается. Так, сравнительный анализ периодов 1975–1989 и 1990–2004 гг. указывает на рост числа ураганов максимальной мощности.

Катастрофические события 2017 г., включая разрушительные землетрясения и ураганы, вызвали значительные человеческие и материальные потери, став откликом природы на процессы глобального потепления. По мнению ученых, изменение климата оказывает влияние на участвующую и интенсифицированную активность таких стихийных явлений.

Географически ураганы в России характеризуются незначительной частотой и, как правило, приводят к меньшим разрушениям, чем ураганы в Соединенных Штатах Америки. Наибольшая вероятность ураганов отмечается в северных регионах страны, таких как Хабаровский край, Сахалин, Камчатка и Чукотка. Однако и в других областях, таких как Оренбургская область, Башкирия, Татарстан, Чувашия и Крым, наблюдались случаи разрушительных ураганов, которые привели к материальным убыткам и в некоторых случаях – к жертвам среди населения.

Осознание и понимание масштабов и последствий стихийных бедствий и их комбинированных эффектов обязывает к разработке стратегий предотвращения и минимизации их воздействий на население и инфраструктуру. Важную роль в данном процессе играет научное исследование, прогнозирование и мониторинг естественных и естественно-техногенных угроз, а также разработка комплексных мер по повышению устойчивости и снижению уязвимости территорий. Создание и усовершенствование систем раннего предупреждения, а также обучение населения правилам поведения

в экстремальных ситуациях являются ключевым элементом в управлении рисками стихийных бедствий.

1.5. Антропогенные и антропогенно-техногенные опасности

Антропогенные факторы оказывают значимое влияние на окружающую среду и разнообразие живых организмов. Человеческая деятельность приводит к трансформации природных ландшафтов, климата, химического и физического состояния атмосферы и гидросферы, структуры почвы и биоразнообразия как флоры, так и фауны. Развитие атомной промышленности и испытания атомного оружия приводят к повышенной радиоактивности, что также оказывает воздействие на живые системы.

Исходя из потребностей, человек модифицирует окружающую естественную среду, создавая новые условия для культурных растений и домашних животных. Такая трансформация часто сопровождается снижением возможностей для существования диких видов. Прогресс в области науки и технологий, а также увеличение населения призвали к существенному расширению антропогенного влияния на природу, делая почти невозможным нахождение не тронутых человеком природных уголков.

Агрессивное землепользование и пастбищное животноводство порядком способствуют разрушению естественных сообществ, эрозии почв и уменьшению речного стока. Параллельно с этим организация жилых районов и городов может создавать условия для процветания определенных видов флоры и фауны.

При ограниченных энергетических возможностях человека индивидуально, взаимодействие его с технологиями и техническими системами значительно увеличивает антропогенное воздействие. В этих условиях возникают антропогенно-техногенные опасности, характеризующиеся повышенным риском для окружающей среды.

Информационная модель взаимосвязи человека и технической системы предполагает включение сенсорного поля, формируемого непосредственными сигналами от системы и приборов, и сенсомоторного поля, образуемого сигналами от органов управления. Сенсорное поле связано

с восприятием шума, вибрации, электромагнитных полей, индикации приборов, тогда как сенсомоторное поле относится к взаимодействию с элементами управления, такими как рычаги, кнопки, переключатели.

Учитывая вышеперечисленное, целостный подход к управлению и минимизации антропогенного и антропогенно-техногенного воздействия требует междисциплинарной работы специалистов в области экологии, биологии, геологии, климатологии, сельского хозяйства, а также инженерии и технической безопасности. Это необходимо для создания устойчивых экологических систем и обеспечения гармоничного сосуществования человека и природы.

Согласно принципам эргономики, взаимодействие человека и технической системы можно разделить на пять основных видов совместимости, каждый из которых подразумевает определенные условия и требования для максимального удобства и эффективности функционирования этой взаимосвязи.

1. Биофизическая совместимость связана с поддержанием оптимального физиологического состояния и работоспособности человека, а также адаптацией условий работы к особенностям человеческого организма. Это требует глубокого изучения и установления нормативов воздействия окружающей среды и технических устройств, что минимизирует риски для здоровья и увеличивает производительность.

2. Энергетическая совместимость обеспечивает согласованность затрат энергии человеком и системой. Органы управления должны быть спроектированы таким образом, чтобы их использование не приводило к чрезмерной физической усталости оператора, а также обеспечивало пределы оптимального физического напряжения, скорости и точности манипуляций.

3. Пространственно-антропометрическая совместимость включает в себя проектирование рабочих пространств и оборудования с учетом антропометрических параметров и физиологических особенностей работников. Высота рабочих поверхностей, расстояния до органов управления, размеры и формы сидений – все эти факторы должны быть оптимизированы

для поддержания комфорта и профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата.

4. Техничко-эстетическая совместимость подразумевает, что техническая система и условия труда должны быть не только функциональными, но и способствовать удовлетворенности и психологическому комфорту работника, в том числе через применение критериев эстетики и творческого подхода к процессу труда.

5. Информационная совместимость означает, что системы сбора, передачи и обработки информации должны соответствовать возможностям человека как оператора, что задействует аспекты восприятия, запоминания, концентрации внимания и принятия решений без избыточного информационного напряжения.

Разработка и оптимизация этих видов совместимости требуют междисциплинарного подхода, включающего психологию, физиологию, биомеханику, дизайн, инженерию и информатику. Основной целью является создание рабочих систем, которые учитывают человеческие факторы на всех этапах проектирования и эксплуатации, тем самым повышая безопасность, комфорт, а также эффективность любой деятельности.

Человеческий организм обладает способностью реагировать на множество раздражителей внешней и внутренней среды, что обеспечивается рефлекторной деятельностью нервной системы. Рефлекторная дуга, базовый компонент этой системы, представляет собой последовательность нервных структур, которые участвуют в обработке и передаче нервного сигнала, что приводит к адекватному ответу организма на стимул.

Рефлекторная дуга состоит из следующих элементов.

1. Рецепторы, являющиеся чувствительными нервными окончаниями, способными улавливать изменения внешней и внутренней среды и преобразовывать их в нервные импульсы.

2. Афферентные нервные волокна – эти нейронные пути принимают на себя функцию транспортировки импульсов от рецепторов к соответствующим нервным центрам, расположенным в центральной нервной системе (головном и спинном мозге).

3. Нервные центры, заключенные в структурах головного и спинного мозга, обрабатывают поступающую информацию и на основе этого генерируют ответную реакцию. Формирование ответа происходит через сложный процесс синаптической передачи между нейронами.

4. Эфферентные нервные волокна играют роль проводников возбуждения от нервного центра к эффекторным органам – мышцам или железам.

5. Исполнительные органы (эффекторы) осуществляют конечный ответ на стимул, изменяя свое функциональное состояние, что может проявляться в сокращении мышц, секреции желез и иных физиологических действиях.

Как было выявлено английским врачом и физиологом М. Холлом в 1850 г., рефлекторная дуга – фундаментальный принцип работы нервной системы, который обеспечивает быстрый и эффективный отклик организма на множество разнообразных стимулов. Рефлексы играют критическую роль в поддержании гомеостаза, защите организма от неблагоприятных воздействий и выполнении сложных двигательных актов. Понимание работы рефлекторной дуги важно для многих областей биологии и медицины, включая неврологию, физиотерапию и реабилитацию.

Процесс восприятия человеком внешних стимулов начинается с воздействия энергии раздражителя на рецепторы – чувствительные структуры нервной системы. Эти структуры способны отвечать на разнообразные виды раздражений, как внешние, так и внутренние. Энергия раздражителя преобразуется рецепторами в нервные импульсы, которые по афферентным нервным путям передаются в центральную нервную систему (ЦНС).

В коре головного мозга, высшем анализаторе ЦНС, происходит обработка и анализ поступившей информации. На основе этого анализа формируется ответная реакция, которая через эфферентные пути направляется к исполнительным органам, провоцируя соответствующее компенсаторное действие. Таким образом, осуществляется рефлекторная деятельность, направленная на адаптацию к изменениям среды и защиту организма.

Спектр рецепторов в организме человека чрезвычайно широк: от фоторецепторов, которые реагируют на свет, до ноцицепторов, воспринимающих боль. Важно подчеркнуть, что при длительном воздействии

определенного стимула рецепторы способны к адаптации – изменению своей чувствительности. Этот процесс уменьшает восприятие постоянного раздражения, позволяя рецепторам «сбрасывать» чувствительность при прекращении воздействия и снова реагировать на изменения.

Информация, полученная и обработанная рецепторами, кодируется в нервных импульсах и переносится в центральные отделы нервной системы, откуда координируется работа эффекторов – мышц и желез. В случае прямого переключения информации на эффекторы активируются так называемые безусловные рефлексы, которые выполняются автоматически и не нуждаются в сознательном контроле, например рефлекс извлечения руки в ответ на болевое раздражение. Условные рефлексы, напротив, формируются в процессе жизнедеятельности и зависят от индивидуального опыта.

Механизмы рефлекторных действий являются основой для понимания центральной и периферийной нервной системы и играют ключевую роль в процессах адаптации и выживания организма в изменяющихся условиях внешней среды.

Человеческое тело оснащено множеством высокоспециализированных периферических структур, известных как органы чувств, которые выполняют важную функцию по восприятию разнообразных стимулов из внешней среды. К наиболее значимым органам чувств относят устройства слуха, зрения, обоняния, вкуса и осязания. Важно разграничивать понятия «орган чувств» и «рецептор». Глаз в этом контексте выступает органом зрения, в состав которого входят не только рецепторы, такие как сетчатка, но и другие составные части, например, преломляющие среды и мышечный аппарат.

Орган чувств сам по себе не способен генерировать субъективные ощущения. Для того чтобы ощущение возникло, необходимо, чтобы возбуждение от рецепторов было передано в центральную нервную систему, где оно анализируется и превращается в сознательное восприятие.

Совокупность информации, получаемой человеком через органы чувств, огромна и может быть оценена в битах – единицах измерения количества информации в информатике. Органы чувств посылают в ЦНС

сигналы, которые затем преобразуются мозгом в узнаваемые образы, звуки, запахи, вкус и тактильные ощущения.

Нервная система делится на центральную и периферическую. Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Периферическая же включает в себя нервные узлы и волокна, расположенные за пределами ЦНС. Вся нервная система работает по принципам рефлекторной дуги – элементарных нервных механизмов, обеспечивающих быструю реакцию организма на раздражающий фактор. Рефлекс представляет собой защитную или адаптивную ответную реакцию, проходящую с участием ЦНС и позволяющую организму эффективно взаимодействовать с окружающей и внутренней средой.

Организм человека заложил в свою основу защитные механизмы. Их большую часть составляют двигательные функции, исполнение которых в значительной степени зависит от работы мозга и аккумулированных в его памяти реакций. Обычно при получении сигнала организм автоматически активирует соответствующую программу реакции, заложенную в памяти. Если же в мозговых запасах нет готового ответа на внешний раздражитель, сознание подключается к поиску решения, зачастую прибегая к утратившим актуальность реакциям, что демонстрирует склонность к стереотипному мышлению.

Человеческая память имеет два основных вида: долгосрочная и краткосрочная. Принято считать, что объем долговременной памяти огромен и составляет порядка 10 терабит, в то время как кратковременная память может одновременно хранить информацию, эквивалентную приблизительно 7 (а не 50) плюс-минус 2 позициям, что часто сравнивают с коротким телефонным номером. Перенос информации из кратковременной в долговременную память и обратное извлечение информации подвержены воздействию внешних факторов, из-за чего процесс воспоминания может носить вероятностный, а не абсолютно точный характер.

Сознательный поиск решения в обыденной жизни часто слишком медленен и в экстремальных ситуациях может не приводить к своевременному результату. Отсюда остается актуальной методика постоянного обучения и тренировок, направленная на усвоение различных навыков до степени

автоматизма, что позволяет быстро и адекватно реагировать в экстренных обстоятельствах.

Стереотипное мышление является следствием формирования определенных рефлекторных связей в прошлом опыте человека, которые при частом повторении становятся почти автоматическими и перемещаются в область подсознания.

Однако стоит учитывать, что ни одна система, включая нервную, не идеальна. Опасность искажения сигнала всегда существует, при этом никогда не может быть полной гарантии правильного принятия решения. Если же опыта в решении конкретной задачи не было, выбор пути действий осуществляется методом проб и ошибок. Свобода принятия решений несет в себе риск ошибки, что может привести к возникновению антропогенно-техногенных опасностей.

Таким образом, все виды деятельности, в которые вовлечен человек, несут потенциальный риск ошибки, и это является объективной реальностью, с которой необходимо считаться. Мозг и его память – это инструменты, зачастую выдающие верный ответ, но возможность ошибки все же сохраняется как неотъемлемая часть процесса принятия решений.

Существенную угрозу для возникновения антропогенных и техногенных катастроф представляет ухудшение работоспособности и здоровья лиц, занятых в эксплуатации технических систем. Такое нарушение может быть вызвано различными причинами, включая потребление алкоголя, наркотиков или других вредных веществ. В последнее время эти риски достигли высокого уровня.

Для того чтобы понимать масштабы распространения в стране наркозависимости, необходимо обратиться к официальной статистике. Открытые данные свидетельствуют о том, что в Российской Федерации на 2021 г. употребляют систематически наркотические и психоактивные вещества 5 млн человек, периодически употребляют 13 млн человек [5]. Данная статистика формируется на основе информации, поступающей из лечебных учреждений, однако многие наркозависимые не обращаются за медицинской помощью и в статистику не попадают. Эксперты в области наркологии

утверждают, что число употребляющих наркотики в стране в 5–7 раз больше данных официальной статистики.

Употребление алкоголя также несет в себе серьезные риски для человека. Регулярное потребление спиртных напитков способствует формированию зависимости, что в результате может привести к алкоголизму – психофизиологическому расстройству, сильно влияющему на личностное развитие человека и его социальное функционирование. Алкоголизм серьезно затрагивает все сферы жизни, включая работу, семейные отношения, досуг и интеллектуальное развитие. Официальная статистика констатирует факт того, что за период с 2012 по 2021 г. на территории страны зарегистрировано 470 358 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией, в том числе 124 813 случаев – с летальным исходом (26,5 %). В 2021 г. показатель острых отравлений спиртосодержащей продукцией составил 21,19 случая на 100 тыс. населения, что в сравнении с 2020 г. на 15,3 % меньше. При этом 79 % отравлений зафиксировано среди мужчин (24 359 случаев) и 21,0 % среди женщин (6 505 случаев). На отравления среди взрослого населения (от 18 лет и старше) приходится 92,1 % (28 430 случаев), на отравления среди подростков (от 15 до 17 лет включительно) – 4,2 % (1 304 случая) и на отравления среди детей (от 0 до 14 лет включительно) – 3,7 % (1 130 случаев) [11, 16].

В условиях ускоряющегося научно-технического развития и повышения уровня образованности населения негативные последствия алкоголизма становятся еще более заметными и недопустимыми. Современное общество ставит перед человеком высокие требования к профессионализму, ответственности, дисциплине и, в соответствии с общепринятыми нормами и ценностями, к моральному поведению.

Проблема пьянства и алкоголизма требует серьезного отношения и со стороны общества, и со стороны властей. Эта озабоченность повышает необходимость нахождения действенных способов борьбы с данными явлениями. Для достижения желаемых результатов важно вовлекать все население в процесс просвещения о вреде пьянства и алкоголизма, а также информировать о социальных и медицинских мерах противодействия этому социальному недугу.

Согласно данным исследователя А. Немцова, в 1994 г. среднегодовой уровень потребления алкоголя в России составлял 14,5 л чистого спирта на человека, что эквивалентно 36,2 л водки. Исследования НИИ Минздравсоцразвития России показывают, что в 2008 г. этот показатель увеличился до 18 л на человека. Эксперты считают, что уровень потребления, превышающий 8 л, несет угрозу сокращения населения, что может привести к его «угасанию» [9].

Однако к 2016–2017 гг. Россия потеряла лидерство по объемам употребления алкоголя на душу населения, и этот показатель снизился до 15,1 л. В других странах ситуация с потреблением алкоголя значительно отличается: в Китае потребление составляет около 5 л на человека в год, а в Турции – всего 1,5 л.

Если оглянуться на прошлое, в России наблюдался стабильный рост потребления алкогольных напитков, начиная с 4,1 л на человека в 1950 г. до 10,1 л в 1980 г.

В соответствии с открытыми данными в сети Интернет по уровню употребления алкоголя на душу населения Российская Федерация на 2023 г. занимала 7-е место в Европе и 16-е место в мире – 11,7 л чистого алкоголя на человека в год при том, что наблюдается существенная положительная динамика по снижению данного показателя.

По данным доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году» в стране в 2020 г. уменьшилось количество проданного алкоголя в сравнении с 2018 г. (6,2 л против 6,45 л). Целевым показателем государственной политики является дальнейшее снижение продаж и потребления алкоголя населением страны [11].

Статистика показывает, что в России крепкие алкогольные напитки, такие как водка и коньяк, пьют в 55–60 % случаев употребления алкоголя, пиво составляет 32–35 %, а вино – всего 7–8 %. При этом основную группу потребителей пива составляют подростки. Из ста тысяч населения алкоголизмом страдают 22 человека, тогда как 827 подростков регулярно употребляют алкоголь, не проявляя признаков зависимости.

Связь алкоголизма с другими социальными проблемами тоже обнаруживается: около 12 % случаев самоубийств связаны с злоупотреблением алкоголем, и у 30 % людей, совершивших самоубийство, он обнаруживался в крови. Кроме того, более 30 % дорожно-транспортных происшествий происходят по вине пьяных водителей.

Антропогенно-техногенные опасности достигают своего апогея в ситуациях, когда катастрофы вызываются намеренными действиями человека, такими как терроризм, военные конфликты и умышленное нарушение правил безопасного поведения. Происхождение таких угроз обычно целенаправленное и связано с планомерной деятельностью лиц или групп. Уровень данных рисков высок, и их проявления отличаются от других видов антропогенных опасностей, что исключает их из обсуждения в типовых учебных материалах. Если в обыденной деятельности целью является минимизация опасностей, то в рассмотренных ситуациях, наоборот, стоит задача усиления опасности (с помощью оружия и других средств). Объекты, как правило, защищаются, но в контексте упомянутых опасностей они подвергаются разрушению.

1.6. Техногенные опасности

Техногенные опасности – доминирующий вид опасностей в условиях современной цивилизации, обусловленный факторами, свойственными техническим системам, а также производственным и транспортным объектам. Они несут в себе потенциал для осуществления негативных воздействий на здоровье человека и состояние окружающей природной среды.

Происхождение техногенных опасностей может быть обусловлено двумя основными причинами: аварийными ситуациями, при которых происходит неконтролируемое распространение веществ и энергии, и режимом нормальной эксплуатации, когда угрозы возникают в пределах допустимых параметров функционирования техносферы. Примерами могут служить транспортные катастрофы, пожары, взрывные процессы и случаи, связанные с утечкой химических и радиоактивных веществ.

Классификация техногенных рисков основывается на анализе типов и видов чрезвычайных происшествий, способных вызвать их манифестацию. В эту категорию включены транспортные происшествия, пожары, взрывы, химические аварии, обрушения строений, сбои в работе энергосистем и прочие инциденты.

Рассматривая производственную сферу, можно отметить, что человек регулярно подвергается воздействию разнообразных техногенных опасностей, к которым относят выбросы токсических веществ, шум, вибрации, электромагнитное излучение. В зависимости от обстоятельств эти опасности могут оказывать как длительное, так и мгновенное воздействие, последнее характерно для аварийных ситуаций.

В систематическом изучении техногенных угроз используют классификацию, основанную на их временных характеристиках, выделяющую опасности действующие постоянно или периодически, а также те, что проявляются спонтанно или в экстремальных условиях. Географическое распределение влияет на оценку рисков, таким образом, они дифференцируются на местные, региональные и глобальные категории.

Техногенные опасности требуют комплексного подхода в исследовании, прогнозировании и разработке мероприятий, направленных на минимизацию возможных отрицательных последствий, затрагивающих как индивидуальное здоровье человека, так и экологическое благополучие на местном, региональном и мировом уровне.

1.7. Влияние на человека опасных и вредных факторов производственной среды

Трудовая деятельность человека осуществляется в конкретных условиях производственной среды, которая определяется набором элементов и факторов, формирующих материально-производственную обстановку на рабочем месте. Эти факторы оказывают влияние на работоспособность и здоровье работника.

Производственная среда вместе с особенностями выполняемого труда формируют так называемые условия труда, которые являются неотъемлемой частью профессиональной деятельности.

Среди факторов производственной среды особое внимание следует уделить опасным и вредным воздействиям (опасные и вредные производственные факторы), которые способны значительно повлиять на состояние здоровья человека, его жизнеспособность и жизнедеятельность в целом.

Опасность в трудовом процессе представляет собой вероятность вредного и опасного воздействия определенных факторов производственной среды и трудового процесса, которое при неадекватности физиологических характеристик человека может привести к заболеванию, травматизму, вплоть до летального исхода.

Опасный фактор характеризуется потенциальной способностью вызывать у человека травмы или внезапное ухудшение здоровья, что в некоторых ситуациях может закончиться смертью. Примеры опасных факторов включают в себя высокие или низкие температуры, повышенные уровни излучений, механические воздействия и т. д.

Вредный фактор на рабочем месте – это такой фактор, который может привести к заболеванию, обусловленному профессиональной деятельностью, или уменьшению работоспособности через длительное воздействие или при определенных обстоятельствах.

Отличительной чертой опасных и вредных производственных факторов является возможность их прямого негативного воздействия на организм человека, приводящего к осложнениям в работе его органов и систем, а также вероятность развития отказов в работе элементов производственного процесса. Последнее может стать причиной аварий, взрывов, пожаров или трудового травматизма.

В целях обеспечения безопасных условий труда необходимо осуществлять комплекс мероприятий, направленных на идентификацию, оценку и контроль опасных и вредных производственных факторов с целью минимизации их отрицательного влияния на здоровье персонала. Это подразумевает проведение регулярных инспекций, обучение и инструктаж работников, применение средств индивидуальной и коллективной защиты, совершенствование технологических процессов и улучшение рабочего оборудования.

В рамках обеспечения безопасных условий труда особое внимание следует уделить материальным носителям вредных и опасных факторов. Они представляют собой объекты, формирующие и составляющие трудовой процесс, включая условия, влияющие на общую среду бытия человека. Такими носителями являются предметы и средства труда (к примеру, машины, станки, инструменты, здания и сооружения), продукты трудовой деятельности, используемые технологии и операции, природно-климатические условия, флора и фауна, а также человек [9].

Опасные и вредные факторы по способу воздействия на организм человека могут быть классифицированы на три основные группы: активные, страдательно-активные и пассивные.

Активные факторы обладают собственной энергией, способной непосредственно влиять на человека и приводить к различным видам поражения. Для более детального анализа эти факторы подразделяют на механические, термические, электрические, электромагнитные, химические, биологические и психофизиологические подгруппы. Каждая подгруппа характеризуется собственным спектром воздействия и потенциальной угрозой.

Пассивные факторы воздействуют на человека опосредованно, их опасные свойства проявляются из-за изменения состояния материалов или средств труда, в результате чего может произойти разрушение, возникновение аварийного состояния, взрывы и иные экстремальные происшествия. Причинами таких изменений могут быть коррозия, накипь, недостаточная прочность конструкций, перегрузки и другие неблагоприятные условия.

Факторы страдательно-активного характера обычно связаны с проявлением вредных влияний при нарушении правильного использования или эксплуатации материальных объектов.

Каждый фактор характеризуется рядом параметров, таких как потенциал воздействия, качество проявления, время присутствия или действия на человека, вероятность возникновения и масштаб зоны, на которую распространяется его влияние. Это позволяет оценить степень риска для здоровья и жизни работающих, разработать и реализовать соответствующие меры предотвращения и защиты от опасностей производственной среды.

Определение наличия вредных химических факторов на производстве – важная часть работы по обеспечению гигиенических и санитарных условий. Химические факторы, оказывающие воздействие на организм человека, могут иметь различный механизм действия, среди которых выделяются вещества с особо сильным, остронаправленным действием. Для таких веществ критически значимым является контроль концентрации в воздухе рабочих зон и своевременная сигнализация при превышении порогов предельно допустимых концентраций (ПДК).

ГОСТ 12.1.007–76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» устанавливает классификацию химических веществ по степени их опасности для человека и окружающей среды. В соответствии с этим нормативным документом вещества классифицируются следующим образом.

1-й класс включает чрезвычайно опасные вещества. Эти вещества обладают высочайшим уровнем риска для здоровья, даже незначительные их концентрации в воздухе могут привести к серьезным отравлениям или имеют высокую степень воздействия другого опасного характера.

2-й класс состоит из высокоопасных веществ, которые могут вызвать значительные отрицательные последствия для здоровья, в том числе при кратковременном воздействии.

3-й класс – умеренно опасные вещества – включает в себя соединения, отрицательное воздействие которых проявляется при длительной экспозиции и/или при высоких концентрациях.

4-й класс – малоопасные вещества – представляет относительно низкий риск при условии соблюдения установленных мер предосторожности, тем не менее контроль и соблюдение ПДК требуется и для этих веществ в целях предотвращения кумулятивных эффектов от их воздействия.

Для каждого класса опасности разработаны соответствующие меры контроля и профилактические мероприятия, включая обязательные требования к средствам индивидуальной и коллективной защиты, системам вентиляции и очистки воздуха, методам обращения с веществами и условиями их хранения. Соблюдение данных требований жизненно необходимо для

создания безопасной рабочей среды и предотвращения профессиональных заболеваний.

Специальные символы используют для маркировки веществ с остронаправленным механизмом действия, которые требуют автоматического контроля за их содержанием в воздухе. Эти символы включают канцерогены, аллергены и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

Для обозначения этих веществ используются следующие символы:

– О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля;

– А – вещества, способные вызывать аллергические заболевания работников в производственных условиях;

– К – канцерогены;

– Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия;

– П – пары и (или) газы;

– А – аэрозоль;

– П + А – смесь паров и аэрозоля;

– + – соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз; символ проставлен вслед за наименованием вещества;

– ++ – вещества, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м. Для таких веществ не приводят значения ПДК, а только указывают класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Факторы производственной среды качественно отличаются от факторов окружающей естественной среды, так как часть из них создана человеком и отсутствует среди факторов окружающей среды. К ним относятся:

– искусственно синтезированные химические вещества и продукты микробного синтеза;

– искусственное освещение;

– отдельные факторы производственной сферы, представляющие собой агенты естественного происхождения, интенсивность действия которых в условиях производства приобрела новые качества, например, инфракрасное

излучение от расплавленного металла, шум, который генерирует оборудование или функционирующая вентиляция; повышенное барометрическое давление (водолазные работы), ионизирующее излучение (работы по производству, использованию и утилизации радиоактивных веществ и материалов), электрическое и магнитное поля в промышленных условиях;

– факторы производственной среды, действующие на организм работников в очень сложных комбинациях между собой и факторами трудового процесса, который обусловлен в первую очередь особенностями технологического процесса и характером трудовых операций, которые выполняются.

Интенсивность действия факторов этих факторов во время рабочего процесса значительно колеблется, даже в непрерывном и особенно в периодическом технологическом процессе. Особенно выраженная динамичность производственной среды встречается в так называемых импульсных технологиях [8, 9].

Оценка и классификация производственных опасностей представляют собой ключевые аспекты в обеспечении безопасности и здоровья сотрудников. Выявление и анализ потенциальных угроз позволяют разработать и внедрить эффективные профилактические и защитные меры. Производственные опасности принято категоризировать на технические, технологические и местные виды. Рассмотрим далее данные опасности на примере сельскохозяйственной деятельности.

Технические опасности непосредственно связаны с конструктивными особенностями и эксплуатационными характеристиками используемого оборудования, машин и инструментов. Примеры таких опасностей: наличие движущихся и вращающихся элементов, острые или режущие структуры, нагретые поверхности и оборудование, работающее под высоким давлением. Опасности этого вида могут привести к механическим травмам, ожогам, другим повреждениям и даже летальным исходам.

Технологические опасности возникают в процессе применения определенных технологических процессов, включая возделывание сельскохозяйственных культур, уход за животными и эксплуатацию оборудования. Возможные риски могут возникнуть в результате перемещения агрегатов

в полевых условиях, проведения технического обслуживания и смены рабочих органов. Неправильная эксплуатация технологий или их отказы могут вызвать аварии, стихийные бедствия и вспышки заболеваний среди растений и животных.

Местные опасности тесно связаны с организацией труда и условиями на отдельно взятом рабочем месте. Например, использование неисправного оборудования или инструмента, выполнение трудоемких операций вручную, наличие неудобных рабочих позиций, плохое освещение или вентиляция. Такой род опасностей может вести к производственным травмам, заболеваниям опорно-двигательного аппарата, обострению хронических недугов, ухудшению общего психофизического состояния работников.

Для минимизации указанных опасностей необходимо осуществлять системный подход к управлению охраной труда, который включает аудит условий работы, сертификацию и техническое освидетельствование оборудования, проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, обучение персонала, внедрение адекватных средств индивидуальной и коллективной защиты и проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников. Эти меры направлены не только на предотвращение несчастных случаев, но и на создание условий для устойчивого и безопасного производственного процесса.

Профессиональные вредности, возникающие в процессе трудовой деятельности, действительно делятся на несколько основных видов, каждый из которых имеет свои специфические источники и механизмы воздействия на работников. Среди них выделяют технологические, местные, территориальные и антропогенные.

Технологические вредности имеют прямое отношение к особенностям применяемых в производственном процессе технологий и могут проявляться в виде теплового или химического излучения, пыли, шума, вибрации, а также чрезмерного напряжения органов слуха и зрения. Этот вид вредностей представляет определенные риски, влияя на физиологические и психологические аспекты здоровья работников.

Местные вредности чаще возникают вследствие нарушения установленных норм и правил охраны труда, несоблюдения безопасности

технологических процессов. Примеры таких вредностей включают в себя повышение уровня температуры на рабочем месте, отсутствие необходимых средств индивидуальной защиты, некорректное использование оборудования и прочие нарушения условий работы.

Территориальные вредности связаны с местоположением производства и факторами окружающей природной среды. К этому виду принадлежат влияние климатических условий, особенности почвы, уровень солнечной радиации, характерные для конкретной географической области.

Антропогенные вредности порождены деятельностью человека и характеризуются изменившимися в результате этого воздействия окружающими природными и социальными условиями.

Предотвращение негативного воздействия профессиональных вредностей требует целого ряда мероприятий, включающих разработку и соблюдение правил по охране труда, использование современных технологий и оборудования, соответствующих требованиям безопасности, обеспечение рабочих мест средствами индивидуальной и коллективной защиты, обучение и инструктаж работников. Именно такой комплексный подход позволит минимизировать риски и создать безопасные условия для трудовой деятельности.

В заключении главы отметим, что концепция ноосферы не ограничивается только фактором превращения человека в геологическую силу, способную изменить естественную миграцию химических элементов на планете. Для ее реализации необходимы коренные социальные изменения, которые позволят осуществить рациональный обмен веществ с природой в интересах всех людей и предотвратить антропогенную деградацию природной среды.

Контрольные вопросы

1. Чем вреден для человека стресс?
2. Что из себя представляет механизм адаптации?
3. Какое влияние оказывает теплообмен на здоровье человека?
4. Теплообразование и температура тела человека в различных условиях.

5. Что такое техносфера и каковы ее элементы?
6. С какими естественными опасностями сталкивается в повседневной жизни человек?
7. Какими параметрами характеризуются землетрясения?
8. Какие опасности гидрологического характера присущи территории нашей страны?
9. К какому типу опасностей относится метель?
10. Что является поражающим фактором при грозе?
11. Чем обусловлено проявление антропогенных опасностей?
12. Какой уровень антропогенных опасностей наблюдается в последнее десятилетие?
13. На чем основана классификация техногенных опасностей?
14. Чем обусловлена вредность производственной среды и трудового процесса?
15. Какие опасности относятся к вредным химическим факторам?
16. Что порождает опасные факторы в технологическом процессе?

2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

2.1. Производственные факторы химической природы и их опасности для организма человека

2.1.1. Содержание кислорода в воздухе рабочей зоны

Научно-образовательный подход к вопросу содержания вредных веществ в атмосфере рабочих зон подчеркивает значимость контроля концентрации загрязнителей для предотвращения негативного воздействия на здоровье человека. В соответствии с нормами охраны труда критически важно не допускать превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочих зон.

ПДК представляют собой нормативы, используемые при проектировании и эксплуатации производственных объектов – зданий, технологических процессов, оборудования, системы вентиляции – в целях контроля качества производственной среды и профилактики здоровья сотрудников. Важно отметить, что ПДК дифференцированы по типам: максимально разовые, предназначенные для кратковременного (обычно не более 20 минут) воздействия, и среднесменные ПДК, рассчитанные на продолжительность рабочей смены (обычно 8 часов).

Для обеспечения рабочего пространства, отвечающего требованиям безопасности, применяется систематический контроль содержания вредных веществ. Отдельное внимание уделяется атмосфере в ограниченных и замкнутых пространствах (ОЗП), где требования к безопасности особенно строги. Концентрация вредных газов и паров в ОЗП должна строго соответствовать ПДК, а содержание кислорода составлять не менее 20 % объемной доли. Кроме того, должны быть приняты все необходимые меры для предотвращения попадания вредных веществ извне.

Ответственные работники, занимающиеся измерением и оценкой состояния воздуха в ОЗП, должны удостовериться в отсутствии в пространстве материалов и веществ, способных при определенных обстоятельствах (например, перемещении или механическом воздействии) выделять значительные объемы газов или паров, что может превратить пространство из безопасного в опасное для пребывания без использования индивидуальных средств защиты органов дыхания (ИСЗОД).

Комплексная оценка параметров среды в ОЗП, регулярный мониторинг концентрации вредных веществ, а также высокий уровень профессиональной подготовки специалистов и их ответственность являются гарантом обеспечения безопасных условий труда в рамках установленных норм и стандартов.

Оценка уровня загазованности помещений, где планируется проведение огневых работ, должна осуществляться с особым вниманием к факторам, способным повлиять на безопасность процедур. Отметим, что оценка, произведенная для предоставления разрешения на вход в помещение, не заменяет полноценный анализ, необходимый для выдачи разрешения на выполнение огневых работ.

Кислород (O_2) играет центральную роль в поддержании жизнедеятельности человека. Большая часть кислорода в крови находится в связанном состоянии с гемоглобином эритроцитов, образуя оксигемоглобин, который транспортируется к клеткам тканей, обеспечивая их окислительные процессы. В замкнутых помещениях (убежища, подводные лодки) возможно снижение содержания кислорода, что может привести к значительному ухудшению состояния человека. Зарегистрированные изменения в самочувствии и работоспособности обычно проявляются при понижении концентрации O_2 до 15–17 %.

В медицинской практике для лечения состояний, связанных с дефицитом кислорода, применяется кислородотерапия, в том числе метод гипербарической оксигенации, который использует воздействие повышенных концентраций кислорода при высоком давлении.

Рассмотрим степени поражения, возникающие при различных уровнях содержания кислорода в атмосфере.

1. При концентрации O_2 от 19 до 14 % могут отмечаться учащенное дыхание, ускоренный пульс, понижение внимания и координации, что обусловлено уменьшением насыщения капиллярного кровотока кислородом.

2. При понижении содержания кислорода до 14–10 % возможны нарушения суждений, снижение чувствительности, вплоть до потери сознания и болевой реакции.

3. С дальнейшим падением уровня кислорода до 10–6 % возникают рвота, тошнота, резко снижается возможность совершать мускульные усилия.

4. При содержании O_2 менее 6 % наблюдается аритмичное дыхание, появление судорог, за которыми следует остановка дыхания. Сердечная деятельность может сохраняться некоторое время после прекращения дыхательных движений [15].

Важно подчеркнуть, что пребывание в условиях с пониженным содержанием кислорода требует проведения мер по предупреждению и купированию возможных негативных последствий. Наряду с пониманием влияния кислородной недостаточности на организм необходим контроль за рабочей атмосферой и применение индивидуальных средств защиты при работе в условиях с пониженным содержанием кислорода.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.1). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события).

При формировании мер управления профессиональными рисками (управления предотвращением реализации опасности) рекомендуется рассматривать меры с учетом их значимости (приоритетности), а также эффективности:

– исключение опасной или вредной работы (процедуры, процесса, сырья, материалов, оборудования и т. п.);

- замена опасной работы (процедуры, процесса, сырья, материалов, оборудования и т. п.) менее опасной;
- реализация инженерных (технических) методов ограничения риска воздействия опасностей на работников;
- реализация административных методов;
- использование средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Таким образом, первостепенными мерами управления являются исключение опасной работы или устранение источника опасности и замена опасной работы менее опасной.

Следующей мерой управления является реализация инженерных (технических) методов снижения или ограничения профессиональных рисков. Она направлена на изолирование работников от источников опасности посредством использования средств коллективной защиты (экраны, шумозащитные кожухи и т. д.), а также административных мер – разработки локальных актов, организации обучения безопасным методам и приемам выполнения работ. В последнюю очередь – применение СИЗ, если иные меры невозможно воплотить или их применения недостаточно.

Таблица 2.1

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации: Приказ от 15 декабря 2020 г. № 902н «Об утверждении правил по охране труда при работе в ограниченных и замкнутых пространствах»	Весь документ
ОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1)	Разд. 3
Справочник химика: https://www.chem21.info/info/1312573/	Вся статья

2.1.2. Влияние азота и его соединений на организм работника

Азот (N_2) занимает доминирующее положение в газовом составе земной атмосферы, составляя приблизительно 78 % по объему. Он относится к инертным газам и не участвует непосредственно в дыхательном процессе живых организмов и горении. Это крайне существенно, так как азот выступает в роли разбавителя для кислорода, тем самым предотвращая его токсическое воздействие в чистом виде.

Помимо этого, азот играет ключевую роль в разнообразных технологических процессах. В промышленности азот используется для создания взрывобезопасной и инертной атмосферы, что предотвращает самопроизвольное воспламенение и взрывы. Применение азота обеспечивает безопасность химических реакций и технологических процессов, где важно исключить контакт легко окисляемых веществ с кислородом воздуха.

Длительная ингаляция повышенных концентраций азота может привести к так называемому глубинному опьянению – состоянию, по симптоматике напоминающему алкогольное опьянение, что обусловлено наркотическим действием газа.

Взаимодействие с жидким азотом предполагает использование защитных мер, поскольку его температура кипения составляет всего около $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Контакт жидкого азота с кожей или слизистыми оболочками может вызвать тяжелые холодовые ожоги и отморожения, поэтому при обращении с ним требуются строгие меры предосторожности, включая использование изолирующей спецодежды и защитных очков [1].

Превращение жидкого азота в газообразное состояние может привести к увеличению его объема и вытеснению кислорода, что, в свою очередь, приведет к кислородной недостаточности в окружающей атмосфере. По этой причине важна вентиляция помещений, где происходит хранение или использование жидкого азота, для предотвращения потенциальной асфиксии (удушья) персонала в результате кислородной недостаточности и накопления азота.

Реализация профилактических и контрольных практик, регламентирующих безопасное обращение с азотом в его различных агрегатных состояниях, жизненно необходима для обеспечения защиты персонала и эффективного ведения производственных процессов.

Оксиды азота (NO_x) представляют собой группу газов, к которым относятся оксид азота (NO) и диоксид азота (NO_2). Эти газы обладают рядом вредных для здоровья человека свойств и отнесены ко второму классу опасности – к высокоопасным веществам.

Диоксид азота имеет выраженное раздражающее действие на слизистые оболочки, включая дыхательные пути и глаза, и может вызывать воспалительные реакции в легких. В высоких концентрациях NO_x способны вызывать токсический отек легких, который представляет непосредственную угрозу жизни и требует немедленной медицинской помощи. При попадании в воздух дыхательных путей оксиды азота вступают в реакцию с влагой и образуют азотную кислоту и азотистую кислоту, что лишь усиливает их раздражающий эффект. При остром отравлении оксидами азота, помимо воспаления легких, возможно развитие неврологических симптомов, таких как судороги и кома, а также снижение артериального давления.

Как правило, острое отравление оксидами азота протекает в две фазы.

1. Неспецифические проявления – головная боль, слабость, тошнота – обычно появляются сразу после воздействия и могут быть невыраженными.

2. Специфические проявления – отек легких, нарушения со стороны центральной нервной системы (ЦНС) – развиваются чуть позднее.

Влажность воздуха играет значительную роль в усилении токсичности оксидов азота, так как при взаимодействии этих газов с водяными парами образуются кислоты, способные активизировать раздражающее действие.

На производстве необходимо учитывать различные виды воздействия токсикантов, такие как:

– непрерывное воздействие, при котором концентрация токсиканта в воздухе практически постоянна;

– интермиттирующее воздействие, когда концентрация токсиканта периодически колеблется, что может усиливать токсичность за счет затруднения адаптации организма к колебаниям концентраций.

Предупреждение острого отравления включает в себя комплекс мер по контролю за концентрацией вредных веществ в воздухе, использованию средств индивидуальной защиты, обеспечению адекватной вентиляции рабочих зон, проведению регулярных инструктажей и обучению персонала. Важно особое внимание уделять методам обследования и анализа рабочей среды для своевременного выявления и нейтрализации угрозы воздействия токсикантов.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.2). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.2

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации: Приказ от 15 декабря 2020 г. № 902н «Об утверждении правил по охране труда при работе в ограниченных и замкнутых пространствах»	П. 136
Приказ Минтруда России от 27 ноября 2020 г. № 834н «Об утверждении правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации»	Разд. 14
ГОСТ 9293–74 (ИСО 2435–73). Азот газообразный и жидкий. Технические условия (с Изменениями № 1, 2, 3, с Поправками № 1, 2)	Разд. 1 и 6
ОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1)	Разд. 3
б. Кортиков А. В. Практические вопросы безопасности при работе с оборудованием для производства, транспортирования и потребления продуктов разделения воздуха. Азот и аргон. – 1-е изд. – Одесса : Технические газы, 2011. – 72 с.	Весь материал

2.1.3. Химические яды (едкие вещества)

Едкие вещества, такие как концентрированные кислоты и щелочи, занимают важное место среди неорганического сырья и широко используются в промышленных и лабораторных условиях. Среди едких неорганических кислот особое внимание уделяется серной (H_2SO_4), азотной (HNO_3) и соляной (HCl) кислотам; к твердым щелочам относятся гидроксид натрия ($NaOH$, едкий натр) и гидроксид калия (KOH , едкий кали). Также к этой группе относятся концентрированные растворы этих веществ и раствор аммиака (NH_3). Вещества, такие как бром (Br_2) и его растворы, также обладают едкими свойствами [20].

Едкие вещества способны вызывать разрушение биологических тканей при контакте с ними. Азотная и серная кислоты из-за своей высокой реакционной способности и окислительных свойств оказывают на кожу крайне агрессивное воздействие, что может привести к тяжелым химическим ожогам. Соляная, уксусная и карболовая кислоты также способны поражать ткани, но их действие проявляется более медленно.

Риск получения ожогов возрастает при воздействии едких химических веществ с высокой температурой, так как повышение температуры ускоряет химические реакции. Поэтому температурный параметр едких веществ должен учитываться при работе с ними.

Неотложные действия при получении ожогов едкими веществами уменьшают глубину повреждения тканей и способствуют более благоприятному прогнозу. Первая помощь при химических ожогах должна включать незамедлительное обильное промывание пораженной области большим количеством воды для разбавления и удаления едкого вещества. Пострадавшему рекомендуется как можно скорее обратиться за специализированной медицинской помощью для предотвращения серьезных осложнений.

Стоит подчеркнуть, что меры предосторожности при работе с едкими химическими веществами должны быть строго соблюдены. Это включает в себя использование средств индивидуальной защиты, таких как защитная одежда, перчатки и очки, оборудование рабочих мест соответствующими приспособлениями для аварийного промывания (на химических предприятиях устанавливают специальное оборудование), а также проведение трудовых инструктажей и тщательный контроль за условиями хранения и использования едких веществ.

Основная причина получения химических ожогов на производстве связана с ручной транспортировкой и загрузкой в аппараты едких химических веществ. В целях профилактики травматизма и обеспечения безопасности труда применяется механизация данных операций. Использование подъемно-транспортного оборудования и автоматизированных систем транспортировки и дозирования позволяет минимизировать прямой контакт работника с опасными веществами [3].

Согласно ГОСТ Р 55064–2012, гидроксид натрия (едкий натр) является химически активным и высокоопасным веществом второго класса опасности, для которого установлены нормы предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны на уровне $0,5 \text{ мг/м}^3$. Это вещество обладает высокой коррозионной активностью и при контакте с кожей или слизистыми оболочками вызывает серьезные химические ожоги.

Кислота серная техническая, регламентированная ГОСТ 2184–2013, относится к малолетучим токсичным соединениям второго класса опасности с ПДК в атмосферном воздухе 1 мг/м^3 . Соприкосновение серной кислоты с водой приводит к экзотермической реакции, сопровождающейся выделением тепла, паров и газов. Важно отметить, что серная кислота не взаимодействует с горючими органическими соединениями и при необходимости контакта может спровоцировать их самовоспламенение, поэтому требуются особые меры предосторожности.

Акрилонитрил, применяемый в производстве каучука, характеризуется как высоковоспламеняющаяся и токсичная жидкость, принадлежит ко второму классу опасности. Из-за острого токсичного и раздражающего воздействия запрещается проведение работ с акрилонитрилом без специальных СИЗ. Рабочие операции проводятся в условиях, исключающих вдыхание паров, а именно в вытяжных шкафах. Для ликвидации разливов акрилонитрила применяют растворы гидроксида натрия и железного купороса. Утилизация производственных сточных вод и газовых выбросов с акрилонитрилом осуществляется путем сжигания в специально предназначенных для этого печах [19].

Таким образом, контроль концентраций опасных веществ в воздухе рабочей зоны, механизация транспортировки и загрузки, использование средств индивидуальной защиты, проведение работ в специализированном оборудовании и строгая утилизация сточных вод и выбросов – все эти меры служат для обеспечения безопасности труда и предотвращения химических ожогов.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.3). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.3

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
ГОСТ 11097–86. Нитрил акриловой кислоты технический. Технические условия (с Изменением № 1). Применяется с 01.01.1988	Весь документ
Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 834н «Об утверждении правил по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов, при химической чистке, стирке, обеззараживании и дезактивации»	Разд. 5, 6,7
ГОСТ 2184–2013. Кислота серная техническая. Технические условия	Весь документ
ГОСТ Р 55064–2012. Натр едкий технический. Технические условия	Весь документ
ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1)	Разд. 3
Справочник химика: https://www.chem21.info/info/1312573/	Вся публикация

2.2. Избыточное давление горючих или взрывопожароопасных газов

Эксплуатация сосудов и аппаратуры, работающих под избыточным внутренним давлением, считается наиболее рискованной категорией производственных процессов. Избыточное давление, в частности горючих или взрывопожароопасных газов, является основным опасным фактором, который может привести к травматизму и несчастным случаям среди обслуживающего персонала.

В случае разгерметизации такого оборудования возможно мгновенное образование взрывоопасных горючих смесей, что существенно превышает предельно допустимые концентрации опасных веществ в окружающем рабочем воздухе. Кроме того, в случае разрушения аппаратуры могут возникнуть поражения обслуживающего персонала осколками конструкции [1].

Основная угроза при использовании сосудов под давлением связана с вероятностью их разрушения при внезапном адиабатическом расширении содержащихся в них газов и паров, что может привести к физическому взрыву. Во время такого взрыва потенциальная энергия сжатой среды в короткий промежуток времени преобразуется в кинетическую энергию осколков разрушенной емкости и ударную волну. В случаях, когда взрыв включает горючие вещества, могут произойти вторичные химические взрывы, которые, в свою очередь, способны стать причиной возникновения пожара.

Работа, в контексте которой используются газовые баллоны, подвержена различным опасным сценариям развития чрезвычайной ситуации при нарушении требований безопасности: от теплового воздействия «пожара-вспышки» до воздействия разлета осколков от разрушенного баллона. Кроме того, возможно тепловое воздействие огненного шара и струйного пламени горящего газа, воздействие взрывной волны, удушье от снижения концентрации кислорода в воздухе при накоплении избыточных количеств газов и даже наркотическое действие отдельных газов при их низких концентрациях.

Для предотвращения и снижения рисков эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, применяют комплекс мероприятий: регулярное техническое обслуживание и проверка целостности сосудов и запирающей арматуры, контроль за соответствием рабочих параметров давления установленным нормам безопасности, использование средств защиты и аварийных систем, направленных на предотвращение накопления

газов и фиксацию высоких давлений, обучение персонала действиям в аварийных ситуациях и применение современных систем для своевременного обнаружения и предотвращения утечек веществ.

Основными причинами возникновения взрывов оборудования (трубопроводы, котлы) из-за увеличения давления внутри него являются:

- внезапное уменьшение или прекращение расхода воды в паровых котлах;
- поломка приборов автоматики, контролирующей подачу пара;
- нарушение температурного режима оборудования, приводящее к нагреванию паров или газов выше установленного режима;
- снижение уровня воды (упуск) в паровых котлах.

Термин «упуск воды» обозначает специфическое нарушение в работе котла или иного теплообменного оборудования, при котором происходит аномальное понижение уровня воды. Этот процесс приводит к тому, что определенная часть поверхности нагрева устройства выводится из-под водяного слоя, что препятствует ее нормальному охлаждению.

Как правило, эффективное функционирование котлов и другого теплообменного оборудования основано на высокой степени теплопередачи, где нагревательная поверхность систематически соприкасается с рабочей средой (водой или паром). При опускании уровня воды ниже определенного критического предела часть нагревательных элементов утрачивает контакт с водой, поскольку эта ситуация нарушает процесс теплоотдачи в рабочую среду, приводя к перегреву металла. Это может стать причиной деформации металла, появления трещин и даже разрушения отдельных участков котла.

Кроме того, стоит обратить внимание и на проблемы с обеспечением безопасности при использовании газовых баллонов. Основными и наиболее общими причинами взрывов газовых баллонов являются:

- чрезмерное переполнение баллона сжиженными газами;
- несоответствие конструкции максимально допустимым давлению и температуре;
- превышение давления сверх предельного для данного сосуда;
- значительный перегрев или переохлаждение стенок баллона;
- попадание масел и других жировых веществ в баллон, приводящее к образованию взрывоопасных смесей;

- образование коррозии и ржавчины внутри баллона;
- удары по стенкам баллона вследствие их падения, соударения при транспортировании и др.;
- неправильное наполнение баллона, приводящее к образованию взрывоопасных сред;
- чрезмерно быстрое наполнение баллонов сжиженным газом ведет к перегреву вентиля баллона до 400 °С;
- попадание масел или взрывоопасной пыли;
- несоблюдение установленного режима работы;
- низкая квалификация обслуживающего персонала;
- отсутствие технического надзора;
- образование ржавчины, окалины, искрообразование.

В контексте промышленной безопасности риск взрыва газовых баллонов нельзя недооценивать. Взрывы могут быть обусловлены различными причинами, включая механические повреждения, перегрев, образование коррозии и неправильное использование. Туда же следует отнести и неплотности, в результате которых происходит утечка газа.

Механические повреждения баллона, такие как вмятины или трещины, часто возникают в результате падений или ударов, особенно при экстремально низких температурах (ниже -30 °С), когда сталь становится более хрупкой и подверженной разрушению. Перегрев является другим ключевым фактором, поскольку рост температуры приводит к увеличению давления внутри баллона, что может вызвать его деформацию и разрушение, особенно в условиях пожара.

В случае ацетиленовых баллонов риск взрыва увеличивается за счет особенностей самого газа. Ацетилен может взаимодействовать с избытком кислорода, что приводит к риску воспламенения. При контакте ацетиленового баллона с источниками тепла может произойти не только повышение внутреннего давления, но и инициация процесса полимеризации, сопровождающегося дополнительным тепловыделением. В результате этого могут возникнуть условия для взрывного распада, тем более что стенки баллона могут разогреться до высоких температур, вплоть до красного каления.

Для минимизации риска взрыва в ацетиленовых баллонах применяется пористый наполнитель с капиллярной структурой, который поглощает газ

и уменьшает вероятность его свободного распада. Однако это также подчеркивает важность правильной эксплуатации и хранения таких баллонов, а также применение эффективных мер предотвращения коррозии металла баллонов.

Анализ и обобщение статистических данных показывают, что основными причинами взрывов газовых баллонов являются проблемы, связанные с утечками газа (25 %), механическими повреждениями (16 %), перегревом (15 %), коррозией металла (20 %) и неправильной эксплуатацией (24 %). Эти цифры подчеркивают необходимость соблюдения мер безопасности и регулярных проверок газовых баллонов, а также обучения персонала, работающего с таким оборудованием, соответствующим стандартам обращения и эксплуатации [14].

В частности, в процессе эксплуатации баллонов высокого риска являются операции наполнения и опорожнения, связанные с изменениями внутреннего давления. Возможные дефекты металла баллона, такие как коррозия или усталостные повреждения, требуют особого внимания. Для их обнаружения используются методы неразрушающего контроля, например ультразвуковая диагностика или рентгеновская визуализация, и натурные методы измерения напряженно-деформированного состояния.

С целью минимизации риска разгерметизации и взрыва баллонов при их хранении применяются эффективные взрывозащитные меры, включая разработку и организацию пространственной изоляции зон хранения, обеспечение адекватной вентиляции и использование защитных перегородок.

Кроме того, все баллоны должны иметь четкую маркировку, включающую окраску поверхности и нанесение информативных надписей, которые сообщают о содержимом.

Для гарантии безопасности труда и предотвращения производственного травматизма необходимо строгое соблюдение установленного порядка проведения технического освидетельствования оборудования, функционирующего под избыточным давлением. Это обязательное условие при эксплуатации подобного рода оборудования включает ряд мер, нацеленных на обеспечение целостности и безопасного функционирования устройств, таких как сосуды и баллоны, работающие под давлением.

Осуществление тщательного контроля состояния запорной и запорно-регулирующей арматуры, а также предохранительных устройств позволяет своевременно выявить дефекты, которые могут привести к отказам

оборудования в критических ситуациях. Регулярное следование процедурам технического осмотра и обследования, осуществляемых специальными рабочими, уменьшает вероятность возникновения аварий.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.4). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.4

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013)	Разд. 4
Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 года № 536 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением"»	Весь документ
Паршин Д. В., Козлов Д. П. Идентификация опасностей при эксплуатации сосудов, работающих под избыточным давлением: https://a-economics.ru/news/theme-withouttheme/code-4008/	Вся статья
Плотникова Г. В., Бодров Д. А. Взрывы газовых баллонов, причины и последствия // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2013. – № 1 (64). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzryvy-gazovyh-ballonov-prichiny-i-posledstviya (дата обращения: 09.06.2023)	Вся статья

2.3. Опасности пожара, взрыва

Пожар представляет собой процесс горения, который вышел из-под контроля и охватывает значительные площади, приводя к уничтожению материальных ценностей, а также создает непосредственную угрозу жизни и здоровью людей [10, 18]. В Российской Федерации пожары представляют серьезную социально-экономическую и общественную проблему; согласно статистике, каждые 4–5 минут регистрируется новый случай пожара. Трагическим отражением данной проблемы является большое количество погибших в результате пожаров – приблизительно 12 тыс. человек ежегодно.

Среди основных опасных факторов пожара следует выделить:

1) тепловое излучение – излучение, переносимое в виде тепловой энергии от очага возгорания, которое может вызвать ожоги или способствовать распространению пожара за счет воспламенения окружающих предметов на расстоянии от источника огня;

2) высокую температуру – непосредственную передачу тепла от огня, которая может привести к термическим травмам живых организмов и ущербу имуществу;

3) отравляющее действие дыма – дым, образующийся в процессе неполного сгорания, содержит целый ряд токсичных компонентов, среди которых наибольшую опасность представляет оксид углерода (СО). СО обладает высокой токсичностью, так как связывается с гемоглобином крови, нарушая процесс транспорта кислорода по организму, и может привести к отравлению и смерти;

4) снижение видимости в результате задымления – образование большого количества дыма может резко ограничить видимость, что затруднит эвакуацию людей и ориентацию в пространстве при пожаре.

Для обеспечения безопасности людей в критических ситуациях необходимо ограничить их воздействие на уровне параметров, при которых предполагаемое влияние на человека не достигает критических значений. Длительное воздействие указанных опасных факторов пожара может стать причиной ряда патологических изменений в организме человека или привести к его смерти [12].

Для минимизации воздействия пожара рекомендуется применение средств индивидуальной защиты, разработка планов эвакуации и проведение регулярных тренировок по действиям в случае пожара, использование автоматизированных систем пожаротушения и оповещения, а также обеспечение соблюдения правил пожарной безопасности в быту и на производстве.

Критическими значениями параметров для человека при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара являются:

- температура 70 °С;
- плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м²;
- концентрация окиси углерода – 0,1 % объема;
- видимость в зоне задымления – 6–12 м.

Процесс возникновения и развития пожаров характеризуется формированием зон задымления, что становится критической угрозой для находящихся в непосредственной близости индивидуумов. Задымление образуется в результате горения материалов и включает в себя различные газообразные продукты, в число которых входит и окись углерода (СО) – высокотоксичное вещество.

При концентрации СО в атмосфере на уровне 0,2 % возможно развитие смертельного отравления в течение временного промежутка от 30 до 60 мин. Повышение концентрации до отметки в 0,5–0,7 % приводит к сокращению времени до наступления возможной смерти до нескольких минут. Задымление в открытой местности классифицируется как опасное при снижении видимости до 10 м и менее.

Важно отметить, что СО проникает в человеческий организм преимущественно через дыхательную систему. Среди первых симптомов отравления окисью углерода – появление болезненных ощущений в области висков, лба, шум в ушах, ухудшение зрения, чувство мышечной слабости; развитие головокружения, затрудненности дыхания, тошноты и последующей рвоты, а также состояний возбуждения или ступора, при этом возможна потеря сознания.

Дополнительную угрозу представляет температура задымленной среды, которая может быть высокой. Вдыхание продуктов сгорания с температурой около 60 °С даже при сравнительно низком содержании оксида углерода (0,1 %) способно привести к летальному исходу. Перегретый

воздух способствует ожогам слизистой оболочки верхних дыхательных путей. В условиях закрытого пространства концентрация токсичных продуктов горения может достигать критических уровней, способных вызвать тяжелые отравления или смерть.

Наиболее сложные и губительные пожары случаются на пожароопасных объектах, а также объектах, на которых при пожарах образуются вторичные факторы поражения и имеет место массовое скопление людей. В частности, к таким сложным пожарам относятся:

- пожары и выбросы горючей жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов;
- пожары и выбросы газовых и нефтяных фонтанов;
- пожары на складах каучука, резинотехнических изделий, предприятий резинотехнической промышленности;
- пожары на складах лесоматериалов, деревообрабатывающей промышленности;
- пожары на складах и хранилищах химикатов;
- пожары на технологических установках предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности;
- пожары в жилых домах и на объектах социального, культурного и бытового назначения, возведенных из дерева.

Последствия пожаров обусловлены действием их поражающих факторов. Основными из них являются:

- непосредственное действие огня на горящий предмет (горение);
- дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет излучения.

Пожар представляет собой сложное динамическое явление, характеризующееся не только неконтролируемым горением, но и последующими воздействиями на материальные объекты и конструкции. Эти действия проявляются в виде сгорания, обугливания, механического разрушения и потери функциональности предметов и объектов.

При подвергании высоким температурам металлические элементы конструкций, такие как фермы и балки, могут подвергаться пережогу, что приводит к ухудшению их механических свойств и потере несущей

способности. Такое воздействие высоких температур может вызывать их деформацию и даже обрушение. Это, в свою очередь, становится причиной коллапса целых участков конструкций и сооружений, что угрожает безопасности людей, находящихся внутри и вблизи здания.

Кирпичные стены и столбы также подвержены деформации под воздействием высоких температур. В частности, при длительном нагревании кирпича из силикатного материала до температур в диапазоне 500–600 °С происходит его деструкция, которая проявляется в расслоении, образовании трещин и в конечном итоге разрушении. Эти процессы могут привести к ослаблению конструктивной целостности и классифицируются как потенциально опасные, так как могут привести к рушению стен и, как следствие, к обрушению всего сооружения.

В контексте технологического оборудования и транспортных средств пожар способен вызвать их полное или частичное разрушение, выход из строя, что приводит к серьезным экономическим потерям и нарушению производственного процесса.

Что касается человеческого фактора, то во время пожаров риски для людей проявляются не только в возможности физической травмы от обрушивающихся конструкций, но и в виде термических и химических травматизмов, таких как ожоги кожи и верхних дыхательных путей, а также отравлений токсичными продуктами горения. Спектр таких веществ широк и зависит от природы горящих материалов, но часто включает многочисленные токсичные газы, среди которых особенно опасны составы, содержащие цианиды и оксид углерода.

Профилактика пожарной безопасности, своевременное обнаружение и локализация возгораний, а также правильно организованная эвакуация играют ключевую роль в снижении потенциальных потерь и спасении жизней при пожарах. С целью предупреждения отравлений и снижения уровня риска при пожарах необходимо обеспечить соблюдение требований пожарной безопасности, проведение регулярного обучения методам эвакуации и оказания первой помощи, использование индивидуальных средств защиты дыхания, наличие эффективных средств для борьбы с огнем и задымлением.

Взрывом называется процесс, характеризующийся мгновенным изменением состояния вещества, которое сопровождается быстрым выделением большого количества энергии, что приводит к созданию ударной волны, разогреву и динамичному движению продуктов взрыва и окружающего материала. Это явление сопровождается заметным акустическим эффектом в виде громкого звука или детонации и кинетическим действием в виде испускания осколков и обломков.

Энергия, высвобождающаяся при взрыве, может иметь различную природу.

1. Химическая энергия освобождается при химических реакциях, например, в результате сгорания или быстрого окисления.

2. Электрическая энергия высвобождается при коротком замыкании или электрическом пробое.

3. Ядерная энергия высвобождается при реакциях деления или синтеза атомных ядер.

4. Термоядерная энергия представляет собой результат слияния легких ядер при высоких температурах.

5. Тепловая энергия связана с передачей энергии при высокой температуре вещества.

6. Кинетическая энергия преобразуется при резком освобождении движущейся массы, например при разрушении замкнутого контейнера под высоким давлением.

7. Энергия упругого сжатия высвобождается при внезапной потере стабильности материала, находящегося под высоким уровнем упругого напряжения [21].

Основные поражающие факторы взрыва включают воздушную ударную волну и фрагментацию материалов, присутствующих в эпицентре взрыва. Воздушная ударная волна представляет собой резкое увеличение давления, которое распространяется со сверхзвуковой скоростью от центра взрыва наружу, вызывая разрушения конструкций и травмы. Фрагментация, или осколочное действие, обуславливается высокоскоростным перемещением обломков и осколков, которые могут привести к серьезным механическим повреждениям и травмам.

Классификация взрывов основывается на условиях их возникновения и агрегатном состоянии среды, в которой происходит взрыв. Процессы, которые приводят к взрывам, могут быть вызваны как естественными, так и искусственными причинами. По природе происхождения взрывы бывают:

- химическими, при которых основную роль играют химические реакции;
- физическими, где процесс происходит из-за физических изменений, например при внезапном расширении газов при переходе состояний веществ (как при взрыве парового котла).

Изучение взрывных процессов и разработка мер предостережения и защиты от их воздействий остаются приоритетными задачами с точки зрения обеспечения безопасности на производствах, в общественных местах и жилых зонах.

К химическим взрывам относятся процессы быстрого химического превращения вещества, проявляющиеся горением и характеризующиеся выделением тепловой энергии за короткий промежуток времени и в таком объеме, что образуются волны давления, распространяющиеся от источника взрыва. Химические превращения происходят в результате следующих реакций:

- разложения;
- окислительно-восстановительных;
- поляризации, изомеризации и конденсации.

По характеру взрывного процесса в пространстве все химические взрывы подразделяются:

- на точечные (сосредоточенные);
- объемные [21].

Точечными взрывами являются в основном взрывы твердого или жидкого вещества, занимающие малый объем относительно зоны воздействия. Примером может служить взрыв заряда взрывчатого вещества, например, тринитротолуола и др. Объемный взрыв представляет собой взрыв газо-, паро- или пылевоздушного облака, занимающего значительный

относительно зоны воздействия объем. При таком взрыве образуется значительное паро-, газовоздушное облако.

К физическим взрывам относятся процессы, приводящие к возникновению внутреннего давления, которое превышает предельно допустимые значения для оборудования. К физическим относятся взрывы:

- сосудов, работающих под давлением;
- оборудования из-за увеличения давления внутри него выше нормы;
- электрические;
- за счет энергии фазового перехода, а также физическая детонация.

В процессе взрыва газовых емкостей с последующим возгоранием выбрасываемых в атмосферу продуктов формируется огненный шар. Это явление значительно усиливает разрушительный потенциал взрыва по отношению к оборудованию и различным объектам. Степень его воздействия зависит от количества и состояния горючей жидкости в момент взрыва, что определяет интенсивность горения и размеры образующегося огненного шара.

Важно понимать, что для возникновения взрыва не требуется равномерного распределения газовоздушной смеси по всему объему помещения. Взрыв может произойти при накоплении горючей смеси в определенной области пространства при воздействии теплового излучения, такого как искры или огонь. Взрывная мощность достигает максимума в том случае, если содержание кислорода в смеси близко к оптимальному для полного сгорания горючего компонента; она увеличивается с ростом давления газовоздушной смеси.

Концентрационные пределы воспламенения (и взрываемости) газов различаются для каждого вида газа и характеризуют ту пропорцию горючего компонента в воздухе, при которой смесь максимально и минимально способна к горению. Если концентрация газа находится в этих пределах и имеется источник зажигания, возможен взрыв.

Расширение возникающих при взрыве нагретых и сжатых газов способно привести к разрушению оборудования и помещений. Уровень давления, формирующегося при взрыве, напрямую зависит от температуры продуктов сгорания, которая может быть чрезвычайно высокой. Для примера,

температура продуктов сгорания водорода может составлять 2 210 °С, оксида углерода – 2 468 °С, метана – 2 065 °С, природного газа – 1 830 °С, коксового газа – 1 885 °С. Обычно давление при взрывах газозвудушных смесей не превосходит 1 МПа.

Создаваемая взрывом ударная волна способна инициировать детонацию – особую форму распространения пламени с высокой скоростью (до нескольких тысяч метров в секунду). Детонация вызывает уплотнение газозвудушной смеси ударной волной, движущейся впереди фронта пламени, что приводит к возникновению высоких взрывных давлений (до 2 МПа) и значительным разрушениям в замкнутых объемах.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.5). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.5

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Рахимова Н. Н. Безопасность нефтяной и газовой промышленности : учебное пособие. – Оренбург : ОГУ, 2019	П. 3.3
Теория горения и взрыва : практикум : учеб. пособие / В. А. Девисилов, Т. И. Дроздова, С. С. Тимофеева ; под общ. ред. В. А. Девисилова. – М. : ФОРУМ, 2012. – 352 с.	Разд. 2

2.4. Опасности при работе на высоте

Работа на высоте классифицируется как деятельность с повышенным риском (относится к работе повышенной опасности), поскольку воздействие высоты на работника может привести к травмам или даже летальному исходу. Эмпирические данные, предоставленные Рострудом, свидетельствуют о том, что около 30 % несчастных случаев на производстве в Российской Федерации являются результатом падений с высоты, причем каждый четвертый из них заканчивается смертью пострадавшего.

Исследования и практический опыт позволяют выделить четыре категории причин, которые могут привести к падению работников при выполнении высотных работ.

1. Технические причины:

- поверхности, используемые для перемещения, могут быть мокрыми или скользкими из-за разливов жидкостей, наличия грязи или осадков;
- использование нефункционального, нестабильного или влажного подъемного оборудования, к примеру, приставных лестниц и лестниц-стремян;
- неровности полов и недостаточно видимые преграды, которые могут быть не замечены и повлечь спотыкание или падение;
- отсутствие или недостаточность ограждений и сигнальных устройств безопасности в местах с перепадами высот.

2. Метеорологические причины:

- состояние поверхности, становящейся скользкой из-за обледенения, замерзания, образования луж после дождя, что осложняет передвижение по земле, открытым площадкам, оборудованию и технике без ограждений;
- сниженная видимость во время тумана или пыльной бури, высокая скорость ветра, затрудняющая ориентацию в пространстве и восприятие потенциальных опасностей.

3. Психологические причины:

- физическое истощение, утрата самоконтроля, внутреннее напряжение, приводящие к ошибкам в координации движений;

– невнимательность, рассеянность, спешка и другие проявления человеческого фактора, влияющие на качество и безопасность выполнения трудовых операций.

4. Организационные причины:

– недостаток или отсутствие контроля за соблюдением правил и норм безопасности труда со стороны руководства;

– нарушение технологических процессов и требований охраны труда работниками, создающее предпосылки для возникновения аварийных ситуаций и падений.

Для минимизации риска падений с высоты на производстве необходим комплексный подход, в который должны входить тщательный выбор и обслуживание защитного оборудования, строгий контроль соответствия помещений требованиям безопасности, обучение персонала правилам безопасного поведения при работе на высоте, обеспечение качественной световой сигнализации и мероприятий по обработке и поддержанию безопасного состояния поверхностей.

Основными опасностями являются перепад высот и отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м, которые провоцируют падения:

– с высоты или из-за перепада высот на поверхности;

– в котлован, шахту из-за отсутствия ограждения, обрыва троса;

– из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот;

– с транспортного средства.

К работам на высоте относятся работы, при которых существуют риски, связанные:

а) с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более, в том числе:

– при осуществлении работником подъема на высоту более 5 м или спуска с нее лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности составляет более 75°;

– при проведении работ на площадках на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м, а также, если высота защитного ограждения площадок менее 1,1 м;

б) с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами;
– при подъеме или спуске при нештатной ситуации.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.6). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.6

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н «Об утверждении правил по охране труда при работе на высоте»	Разд. 1, 3
Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»	Прил. 1
ГОСТ Р 58758–2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ. Общие технические условия	Разд. 2
РД 34.03.204 «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями»	Разд. 5

2.5. Опасности, создаваемые движущимися по территории машинами и механизмами, кранами

Основными опасностями, связанными с движущимися по территории предприятия машинами и механизмами, являются:

- опасность раздавливания, в том числе из-за наезда транспортного средства, попадания под движущиеся части механизмов, в том числе из-за падения;

- опасность травмирования в результате дорожно-транспортного происшествия;

- опасность раздавливания человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами;

- опасность опрокидывания транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов;

- опасность опрокидывания транспортного средства при проведении работ.

Значительную опасность на производстве создают подъемно-транспортные машины и оборудование (краны, конвейеры, лифты и т. п.).

Основные опасности, возникающие при эксплуатации подъемно-транспортных машин и устройств:

- падение груза с высоты вследствие разрыва грузового каната или неисправности грузозахватного устройства;

- разрушение металлоконструкции крана (тягового органа – в конвейерных установках);

- потеря устойчивости и падение стреловых самоходных кранов;

- спадание каната или цепи с блока, особенно при подъеме груза. Кроме того, при раскачке блока возможно соскальзывание каната или цепи с крюка;

- при использовании ручных лебедок возможно травмирование как самим грузом, так и приводными рукоятками из-за самопроизвольного опускания груза;

- срыв винтовых, реечных и гидравлических домкратов, если они установлены на неустойчивом и непрочном основании или не вертикально (с наклоном), а также их самопроизвольное опускание;

- при погрузке и разгрузке крупногабаритного груза;

– действия механизмов, входящих в конструкцию подъемно-транспортных машин, обладающих комплексом механических опасностей, перечисленных выше.

Опасная зона подъемно-транспортной машины не является постоянной и перемещается в пространстве при перемещении всей машины или ее отдельных частей.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.7). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.7

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»	Прил. 1
Приказ Минтруда России от 09.12.2020 № 871н «Об утверждении правил по охране труда на автомобильном транспорте»	Разд. 21
Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461)	Разд. 4

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
СП 48.13330.2019 «Организация строительства СНиП 12-01-2004»	Разд. 7
Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»	Прил. 1

2.6. Опасности, связанные с падающими, отлетающими, выбрасываемыми из оборудования предметами, частицами

Падение предметов является причиной множества потенциальных и фактических случаев со смертельным исходом, травм различной степени тяжести, причинение вреда имуществу и потери целостности оборудования.

К опасностям, связанным с падающими, отлетающими, выбрасываемыми из оборудования предметами, частицами (в том числе при разрушении конструкций, оборудования и др.) относятся:

- опасность травмирования падающими или выбрасываемыми с высоты предметами, а также снегом и (или) льдом, упавшими с крыш зданий и сооружений;
- опасность травмирования выбрасываемыми из оборудования предметами, частицами материала;
- опасность получения травмы в результате заваливания или раздавливания при обрушении конструкций зданий, элементов производственного оборудования;
- опасность удара работника или падения на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме.

Станок и его составные части должны быть разработаны и изготовлены таким образом, чтобы при предусмотренных условиях эксплуатации их технические параметры были достаточно стабильными и могли быть

использованы с исключением любых опасностей, в том числе ненамеренного опрокидывания, падения или смещения станка, узлов и заготовок.

Конструкция станков должна исключать опасности, вызываемые падающими или выбрасываемыми из станков предметами (детальями, заготовками, инструментом, стружкой, отходами и т. д.).

Конструкция производственного оборудования должна исключать на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих. Требование считается выполненным, если на всех предусмотренных конструкцией режимах работы и условиях эксплуатации производственного оборудования нагрузка на детали или узлы не приведет к их разрушению, представляющему опасность для работающих. Несоблюдение данного требования приводит к появлению таких травмирующих факторов на рабочих местах, как падение предметов, т. е. травмирование работающих отлетающими крепежными деталями, осколками рабочих механизмов и обрабатываемых материалов. Такие случаи отмечаются на многих видах оборудования, например на металлообрабатывающем, кузнечно-прессовом оборудовании (КПО), где из-за вибрации происходит самопроизвольное ослабление, отвинчивание крепежных деталей и падение закрепляемых изделий. Кроме того, наличие повышенных ударных нагрузок на КПО вызывает частые поломки манипуляторов и молотов. Несовершенная конструкция крепления падающих частей прессов вызывает изменение взаиморасположения (смещение) ударных поверхностей и их сколы. Металлорежущие станки (главный привод и приводы подачи) должны иметь предохранительные устройства (предохранительные муфты) от перегрузки, способной вызвать поломку станка и травмирование.

Конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при всех предусмотренных условиях эксплуатации и монтажа (демонтажа). Если из-за формы производственного оборудования распределение масс отдельных его частей и (или) условий монтажа (демонтажа) не может быть достигнута необходимая устойчивость, то должны

быть предусмотрены средства и методы закрепления, о чем эксплуатационная документация должна содержать соответствующие требования.

Выбрасывание заготовок, стружки, обрабатываемых изделий, деталей и др. происходит из-за отсутствия оградительных и предохранительных устройств, несовершенства конструкции устройств, захватывающих заготовки и инструмент, отсутствия или неэффективности пылеотсасывающих установок, специальных сопел для подачи и распыления рабочих жидкостей, механизированных устройств для отвода стружки, противовыбрасывающих устройств при обработке древесины, использования стационарных смазывающих устройств централизованного действия, сальников различных конструкций.

Например, в процессах холодной обработки металлов (резания, штамповки, прессования, заточки инструмента, шлифования и т. п.), а также в деревообработке возможно выбрасывание стружки, обрабатываемых деталей и заготовок, пылевых частиц обрабатываемых заготовок, осколков режущего инструмента, разлетевшихся частиц абразивного круга, в результате которых происходят различного рода ушибы, поражения глаз, ожоги.

Обрушение конструкций зданий, производственных цехов может быть вызвано наличием дефектов в строительных конструкциях, аварийным состоянием, произошедшей аварией или катастрофой, опасным природным явлением (землетрясение, наводнение).

Падение груза при его перемещении может быть обусловлено нарушением требований охраны труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в части крепления груза и соответствия массы поднимаемого груза используемым стропам.

Падение инструмента обусловлено тем, что работники зачастую пренебрегают требованиями охраны труда и не используют сумки для ручного инструмента.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.8). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит

оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.8

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 887н «Об утверждении правил по охране труда при обработке металлов»	Разд. 76–95
Приказ Минтруда России от 29.12.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»	Прил. 1
ГОСТ Р 54431–2011. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности	Разд. 6
Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда. Методические указания Министерства труда и социального развития РФ от 30.07.1999 № ОТ РМ 02-99	Разд. 3
Рекомендации по наиболее эффективным методам закрепления конструкций и оборудования на рабочем месте: https://www.dropsonline.org/assets/documents/DROPS-ReliableSecuring03-RUSSIAN.pdf	Вся публикация

2.7. Опасности при обслуживании движущихся, вращающихся частей механизмов

Производственное оборудование в своем составе имеет движущиеся части, воздействие которых на работника может приводить к производственным

травмам. Эти части могут находиться в точке операции, где выполняется работа на материале: резка, формование, сверление, деформация. Они могут находиться и в аппаратуре, которая передает энергию на части машины, выполняющие работу. К ним относятся: маховики, шкивы, шатуны, муфты, кулачки, шпиндели, цепи, кривошипы, шестеренки. Кроме того, могут находиться в других движущихся частях машины, таких как: колеса на передвижном оборудовании, двигатели с зубчатым редуктором, насосы, компрессоры и т. д. Опасные движения механизмов можно обнаружить и среди других видов машин, особенно во вспомогательных элементах оборудования, которые участвуют в погрузке и транспортировке таких грузов, как рабочие заготовки, материалы, отходы или инструменты. Все части машин и оборудования, которые движутся в процессе выполнения работы, могут стать причиной несчастных случаев на производстве. Опасность могут представлять как вращающиеся, так и линейные движения машины, а также источники энергии.

Даже гладкие вращающиеся валы могут захватить части спецодежды или, например, руку работника, что очень опасно. Опасность увеличивается, если у вращающегося вала есть выступающие части или неровные, острые поверхности, такие как регулировочные винты, болты, щели, канавки или режущие кромки. Вращающиеся части машин и механизмов создают условия для образования «зон зажима» тремя различными путями:

- существуют точки между двумя вращающимися в разные стороны частями на параллельных осях. Это могут быть шестеренки или зубчатые колеса;

- существуют точки соприкосновения между вращающимися частями и частями с линейным движением, которые можно обнаружить между трансмиссионной лентой и ее шкивом, цепью и звездочкой или зубчатой рейкой и шестеренкой;

- вращающиеся движения машины вызывают риск телесных повреждений типа порезов и мелких переломов, когда вращение происходит в непосредственной близости от стационарных объектов. Данное условие создается между червячным конвейером и его кожухом, между спицами колеса и машинной рамой или между шлифовальным кругом и зажимом.

Вертикальное, горизонтальное и возвратно-поступательное движение может вызвать травмы различными путями: человек может получить удар

от какой-либо части машины, он может попасть между частью машины и другим объектом, он может получить порез от острой кромки или оказаться зажатым между движущейся частью и другим объектом.

Часто для приведения какой-либо машины в движение используются внешние источники энергии, причем зачастую с большим ее количеством. Речь идет об электрических, паровых, гидравлических, пневматических и механических энергетических системах. Все они, если их не контролировать, могут повлечь за собой серьезные производственные травмы и материальный ущерб.

Если подача, машинная обработка и выпуск рабочих заготовок механизированы, оператору больше нет нужды находиться в зоне риска в процессе регулярного непрерывного производства. Несчастные случаи на производстве происходят прежде всего во время ручного устранения неисправностей технологического процесса. Тем не менее работники могут оказаться на пути движения машин и механизмов при выполнении других заданий, таких как чистка, регулировка, переналадка, контроль, ремонт. Когда производство автоматизировано и процесс не происходит под прямым контролем человека, опасность неожиданных движений машин увеличивается. Многие несчастные случаи на производстве, связанные с автоматикой, происходят в результате движений. На практике встречается довольно много таких несчастных случаев.

Движущиеся части оборудования могут образовывать опасные зоны механических источников травмирования, требующие ограждения, к которым относятся следующие основные зоны:

- сжатия – образуется вследствие поступательных движений частей оборудования, которые способны сжать или смять человека или части его тела (например, манипуляторы, пуансоны, транспортные средства и т. п.);

- среза (сдвига) – образуется частями оборудования, движущимися по направлению друг к другу или по отношению к неподвижным частям так, что они способны срезать (отрезать) части тела работающего (шнеки, била, колки, лопасти, зубчатые и рифленые органы и т. п.);

- резания, прокола и удара – образуется частями оборудования, движущимися по направлению друг к другу или по отношению к непод-

вижным частям так, что они способны нанести работающему резаную рану или ушиб (диски ножей, пилы, сколы стекла, отлетающие части, острые выступающие части и т. п.);

– захвата – образуется деталями и узлами оборудования, движущимися так, что человек, части его тела или одежды могут захватываться и затем наматываться механизмами (открытые передачи, выступающие концы валов со стопорными болтами, шпонками или неровностями, выступающие концы вращающихся заготовок, прутков и т. п.);

– затягивания – образуется частями оборудования, способными в процессе движения втянуть, затянуть человека, части его тела или одежды, а затем нанести рваную рану или вызвать травматическую ампутацию (ременные, зубчатые, цепные передачи, ленты и цепи конвейеров, жала валов, загрузочные звездочки, ковши, цилиндры и проч.) [6].

В итоге можно констатировать, что при обслуживании движущихся, вращающихся частей механизмов образуются следующие опасности:

- наматывания волос, частей одежды, средств индивидуальной защиты;
- затягивания в подвижные части машин и механизмов;
- разрезания, отрезания от воздействия острых краев оборудования при контакте с незащищенными участками тела;
- абразивные воздействия подвижными частями оборудования;
- опасность зажима части тела частями оборудования;
- опасность ожога при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов (технологического оборудования), имеющих высокую температуру;
- опасность удара падающими предметами (элементами технологического оборудования);
- опасность удара электрическим током при контакте с частями оборудования.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.9). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов

управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.9

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 833н «Об утверждении правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования»	Разд. 3, 5, 7
ПОТ Р О-14000-002–98 Положение. Обеспечение безопасности производственного оборудования	Разд. 2
Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда. Методические указания Министерства труда и социального развития РФ от 30.07.1999 № ОТ РМ 02–99	Разд. 3
Управление оборудованием предприятия. Общие требования СМК к ресурсам предприятия // Справочник по метрологии http://metrolog.kodeks.ru/docs02/	Вся статья

2.8. Опасности, создаваемые острыми кромками, заусенцами, шероховатостями на поверхностях инструментов, предметов, заготовок

Большую опасность для представителей рабочих профессий представляет механическое травмирование. Под механическим травмированием человека понимают повреждение кожных покровов, мышц, костей,

сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причинами такого рода травм являются прежде всего шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущие механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции.

В заготовительных отделениях характерными травмами являются повреждения рабочих при удалении обвязочной проволоки, ранение отлетающими осколками при ломке заготовок, ушибы заготовками при их перемещении по роликовому конвейеру и концами прутков при резке, порезы рук об острые кромки и заусенцы заготовок.

Шероховатость, заусенцы, острые кромки и выступы на движущихся частях механизмов и инструментов могут иметь место в следующих трех основных местах:

- в точке операции выполняются следующие виды работ: резка, формовка, штамповка, тиснение, сверление, формирование заготовок и т. д.;
- на приводах и устройствах, передающих механическую энергию: маховиках, шкивах, ремнях, шатунах, муфтах, кулачках, шпинделях, цепях, кривошипах, шестернях и др.;
- на прочих движущихся частях, таких как возвратно-поступательные части, а также на механизмах подачи и на вспомогательных частях машины.

Опасность в точках операции зависит от типа действий механизмов и инструмента, технологического оборудования: резка, пробивка (удар), срезание, гибка.

Режущее действие создает опасность, так как в точке операции могут быть повреждены пальцы, руки или голова, отскочившая стружка может попасть в глаза и лицо.

Опасности, возникающие при использовании инструментов, предметов, заготовок:

- опасность травмирования (порез, ссадина, ушиб) неисправным инструментом;

- опасность травмирования (порез, ссадина) об острые кромки и заусенцы заготовок;
- опасность ожога при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру;
- опасность удара электрическим током при контакте с неисправными частями электроинструмента.

В этой связи к ручному инструменту предъявляются особые требования.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.10). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.10

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 835н «Об утверждении правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями»	Весь документ
Безопасность и экологичность технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие / Г. В. Пачурин, А. Б. Елькин, И. Г. Трунова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 173 с.	Разд. 1

2.9. Опасности, создаваемые статическим электричеством

Статическое электричество представляет собой набор физических явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией различных по знаку электрических зарядов, которые могут локализовываться на поверхности или в объеме диэлектриков, а также на изолированных проводниках. Наличие таких зарядов приводит к созданию электростатических полей различной интенсивности.

В рамках многих производственных операций, где задействованы твердые, жидкие или газообразные диэлектрики, возможно возникновение статической электризации. Иными словами, происходит генерация и разделение положительных и отрицательных электрических зарядов. Заряды могут диссипироваться, т. е. стекать в землю, рассеиваться по окружающему пространству или нейтрализоваться различными способами. В некоторых случаях заряды накапливаются, порождая сильное электрическое поле, способное привести к электрическим разрядам, иными словами, к пробоем воздуха или другой среды, что представляет собой риск для производственных процессов.

Применение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, газов, наличие взрывоопасных пылей и волокон в производственной среде усиливает риск ситуаций, когда разряды статического электричества могут стать источником взрыва или пожара. Это особенно актуально в условиях, когда эффективные заземляющие и противостатические устройства либо отсутствуют, либо их применения недостаточно.

Кроме того, статическое электричество может вызвать ухудшение качества продукции, поскольку оно способно привлекать пылинки и другие мелкие частицы, нарушая чистоту и требуемые характеристики предметов. Наличие статического электричества может также снижать скорость работы производственного оборудования и аппаратов, что неизбежно влечет за собой понижение производительности труда.

В случаях, когда соблюдение мер безопасности недостаточно строгое, возможны травмы сотрудников из-за электрических ударов или разрядов статического электричества. Поэтому важно реализовать комплексную систему мероприятий, направленных на контроль и уменьшение воздействия

статического электричества на производственной площадке, что включает использование антистатических материалов, заземление и ионизацию воздуха.

Взрывоопасные зоны разделены на зоны класса 0, 1 и 2 по газу и пару соответственно и на зоны класса 20, 21 и 22 по горючей пыли для облегчения выбора необходимого электрооборудования и проектирования соответствующих электроустановок:

- зона класса 0 (zone 0): зона, в которой взрывоопасная среда из смеси воздуха с горючими веществами в форме газа, пара или тумана присутствует постоянно, в течение длительного периода или часто;

- зона класса 1 (zone 1): зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной среды из смеси воздуха с горючими веществами в форме газа, пара или тумана в нормальных условиях эксплуатации;

- зона класса 2 (zone 2): зона, в которой присутствие взрывоопасной среды в нормальных условиях эксплуатации маловероятно, возникает редко и сохраняется очень непродолжительное время;

- зона класса 20 (zone 20): зона, в которой взрывоопасная среда в виде облака горючей пыли в воздухе присутствует постоянно, часто или в течение длительного периода времени;

- зона класса 21 (zone 21): зона, в которой время от времени вероятно появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации;

- зона класса 22 (zone 22): зона, в которой маловероятно появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации, но если горючая пыль появляется, то сохраняется в течение короткого периода времени [7].

Электрооборудование должно, как правило, размещаться вне взрывоопасных зон. Если это невозможно, его следует устанавливать в зоне с наименьшим уровнем взрывозащиты оборудования. Электроустановки во взрывоопасных зонах должны удовлетворять соответствующим требованиям к электроустановкам общего назначения, однако требования к установкам вне взрывоопасных зон не подходят для установок во взрывоопасных зонах.

Токи при статической электризации составляют обычно несколько микроампер и даже меньше. Так, при протекании к цистернам бензина по трубопроводу был измерен ток от 1 до 10 мкА, и этот ток оказался прямо

пропорционален скорости течения бензина. Статическое электричество может накапливаться и на людях, особенно если на человеке обувь с не проводящими электричество подошвами, одежда и белье из шерсти, шелка и искусственного волокна, а также при движении по токонепроводящему полу и при выполнении ручных операций с диэлектриками. Потенциал изолированного от земли тела человека может превышать 7 кВ. Иногда (в зависимости от вида полимера и интенсивности трения частей костюма) этот потенциал может достигать 14–45 кВ.

Допустимые уровни напряженности полей зависят от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей равен 60 кВ/м в 1 час.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м.

Практическое задание

Изучите теоретический материал и приведенную дополнительную литературу по разделу (табл. 2.11). Предложите мероприятия по управлению представленным в разделе видом опасности на основе иерархии методов управления профессиональными рисками (каждая опасность подлежит оценке с точки зрения вероятности ее реализации и дальнейшему управлению для снижения вероятности проявления негативного события). При выполнении задания необходимо руководствоваться ранее рассмотренной иерархией мер управления профрисками.

Таблица 2.11

Документы для самостоятельного изучения (дополнительная литература)

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
СП 423.1325800.2018.ъ Электроустановки низковольтные зданий и сооружений. Правила проектирования во взрывоопасных зонах (с Изменением № 1)	Разд. 14

Наименование законодательного, нормативного правового и иного акта, документа или источника	Номер статьи, пункта, раздела документа, источника
ГОСТ 12.4.124–83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования	Весь документ
ГОСТ IEC 60079-14–2013. Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок (с Поправками)	Разд. 4, 6.5
Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М. : Химия, 1973	Весь документ

Контрольные вопросы

1. Чем опасно пониженное содержание кислорода в замкнутом пространстве для работника?
2. Какие требования безопасности необходимо соблюдать при работе с жидким азотом?
3. Каким образом необходимо готовить растворы кислот?
4. Каким образом необходимо контролировать параметры давления в трубопроводах?
5. Что является основными поражающими факторами пожара и взрыва?
6. Какие работы относятся к работам на высоте?
7. Какие опасности создают башенные краны?
8. Какую угрозу для человека представляют выбрасываемые из оборудования частицы?
9. Какие опасные зоны создаются при работе движущихся и вращающихся механизмов?
10. К каким негативным последствиям может привести работа, связанная с неисправными инструментами?

11. Чем опасно статическое электричество?

12. Какая иерархия мер управления риском существует в нашей стране?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наука «Ноксология» достаточно молодая, однако она прочно заняла одно из главенствующих мест среди наук, посвященных обеспечению безопасности в повседневной и рабочей жизнедеятельности, изучая и раскрывая основные виды опасностей, механизмы их проявления и особенности воздействия на человека, работника.

Рассмотренные в учебно-методическом пособии темы позволяют сформировать у обучающихся полную картину поля опасностей (ноксосферы), учитывая естественные, техногенные, антропогенные и их сочетанные варианты проявления угроз и опасностей, а так же особенности взаимодействия человека (работника) с ними. Таким образом, учебно-методическое пособие позволяет закрепить, развить и углубить ранее полученные знания в области обеспечения безопасности жизнедеятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рахимова Н. Н. Безопасность нефтяной и газовой промышленности : учеб. пособие. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 211 с.
2. Ноксология : учебник и практикум для вузов / Белов С. В., Симанкова Е. Н. ; под общ. ред. С. В. Белова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2024. – 451 с.
3. ГОСТ 12.4.011–89. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
4. Гражданская защита : энциклопедия в 4-х томах. Т. 1 (А – И). – Изд. 3-е, перераб. и доп. ; под общ. ред. В. А. Пучкова. – М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 666 с.
5. Доклад о наркоситуации в Российской Федерации в 2021 году : государственный доклад. – М. : Государственный антинаркотический комитет, 2022. – 48 с.
6. Опасность травмирования и защита от него / Б. В. Севастьянов, Е. Б. Лисина, Н. В. Селюнина, Р. М. Хазеев // Промышленная и экологическая безопасность. – 2009. – № 11 (37). – С. 34–38.
7. Аверьянова Ю. А. Защита производственных объектов от молнии и статического электричества : учеб. пособие. – Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2013. – 112 с.
8. Ноксология : учеб. / Е. Е. Барышев, А. А. Волкова, Г. В. Тягунов, В. Г. Шишкунов ; под общ. ред. Е. Е. Барышева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 160 с.
9. Бердникова Л. Н. Ноксология : курс лекций. – Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2019. – 321 с.
10. О пожарной безопасности : федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году : государственный доклад. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – 340 с.

12. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : метод. пособие. – М. : ВНИИПО, 2014. – 147 с.

13. Правила устройства электроустановок : Приказ Министерства энергетики Российской Федерации № 204 от 08.07.2002 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. Плотникова Г. В., Бодров Д. А. Взрывы газовых баллонов, причины и последствия // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2013. – № 1 (64). – С. 70–78.

15. Стеллман Д. М., Починок А. П. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: в 4 т. Т. 2. – М. : Министерство труда и социального развития , 2001. – 925 с.

16. Статистика наркомании в России 2020–2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://narcorehab.com/articles/statistika-narkomanii-v-rossii-2020-2021/>.

17. Теория горения и взрыва : практикум : учеб. пособие / В. А. Девислов, Т. И. Дроздова, С. С. Тимофеева ; под общ. ред. В. А. Девисилова. – М. : ФОРУМ, 2012. – 352 с.

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

19. Токсикология: промышленные и экологические аспекты: учеб. пособие / В. М. Смирнова [и др.]. – Н. Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2019. – 240 с.

20. Химическая безопасность : учеб. пособие / сост. В. А. Басуров, Н. И. Зазнобина. – Н. Новгород : Нижегород. гос. ун-т, 2016. – 98 с.

21. Чернов А. А. Теория горения и взрыва : учеб. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 138 с.

Учебное издание

Татаренко Валерий Иванович
Усикова Оксана Владимировна

НОКСОЛОГИЯ

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *Ю. С. Мерзликиной*

Дизайн обложки *А. А. Пантелеев*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 30.09.2024. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 5,81. Тираж 110 экз. Заказ 124.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.